

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Lucimara Aparecida Schambeck Andrade

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INSPEÇÃO
DA QUALIDADE EM BLOCOS CERÂMICOS PARA
ALVENARIA EM CANTEIROS DE OBRAS**

Dissertação de Mestrado

Florianópolis

2002

Lucimara Aparecida Schambeck Andrade

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INSPEÇÃO
DA QUALIDADE EM BLOCOS CERÂMICOS PARA
ALVENARIA EM CANTEIROS DE OBRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da Universidade Federal de
Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do grau
de Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Oscar Ciro López, Dr.

Florianópolis

2002

Lucimara Aparecida Schambeck Andrade

**UMA PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INSPEÇÃO
DA QUALIDADE EM BLOCOS CERÂMICOS PARA
ALVENARIA EM CANTEIROS DE OBRAS**

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção no **Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 30 de abril de 2002.

Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D
Coordenador do Programa

BANCA EXAMINADORA

Profa. Adriana de Medeiros, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Oscar Ciro López, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina
Orientador

Profa. Eliete de Medeiros Franco, Dra.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof. Hércules Nunes de Araújo, MSc.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Agradecimentos

A Deus grande Arquiteto do Universo que é tudo, e tudo está contido nele.

A família, pelo incentivo, apoio e motivação.

A UNISUL – Universidade do Sul de Santa Catarina e a Construtora, pela oportunidade e liberdade de poder realizar esse trabalho.

Aos professores da Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, em especial ao Orientador Oscar Ciro López.

Aos colegas do Curso de Mestrado pela cumplicidade durante o período de estudo.

Aos colegas e amigos que sempre presentes, incentivaram, apoiaram e participaram da caminhada, em especial ao grande amigo Luiz Carlos Vezaro.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	08
LISTA DE TABELAS.....	09
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1 - INTRODUÇÃO.....	12
1.1 - O Problema.....	12
1.2 - Importância do Tema.....	13
1.3 - Objetivos.....	14
1.3.1 - Objetivo Geral.....	14
1.3.2 - Objetivos Específicos.....	14
1.4 - Limitações.....	14
1.5 - Estrutura do Trabalho.....	15
2 – REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 - Caracterização do Setor.....	16
2.1.1 - Indústria da Construção.....	16
2.1.2 - Desperdício na Construção Civil.....	17
2.1.3 - Perdas no Canteiro de Obras.....	19
2.2 - Materiais Cerâmicos.....	21
2.2.1 - Cerâmica Vermelha.....	23
2.2.2 - Indústria Cerâmica.....	25
2.3 - Qualidade dos Materiais.....	27
2.3.1 - Inspeção da Qualidade.....	29
2.3.1.1 - Planos de Inspeção por Amostragem.....	30
2.3.2 - Requisitos da Qualidade.....	31
2.3.3 - Normalização Técnica.....	33
2.3.4 - Movimentação de Materiais.....	35
3 - PROPOSTA DE RESOLUÇÃO.....	36
3.1 - Introdução.....	36
3.2 - Registro da Qualidade dos Materiais Adquiridos.....	37
3.2.1 - Fichas de Verificações.....	37

3.2.2 - Especificações Técnicas de Materiais.....	38
3.2.3 - Controle da Qualidade de Recebimento.....	40
3.3 - Plano de Amostragem.....	41
3.3.1 - Inspeção por Amostragem.....	41
3.3.2 - Inspeções.....	42
3.3.3 - Ensaios de Recebimento na Obra.....	42
3.3.3.1 - Inspeção geral.....	42
3.3.4 - Ensaios de Laboratório.....	43
3.3.4.1 - Características Geométricas.....	43
3.3.4.2 - Características Físicas e Mecânicas.....	43
3.4 - Coleta de Dados.....	44
4 - APLICAÇÃO DO MODELO.....	45
4.1 - Introdução.....	45
4.2 - Registros da Qualidade dos Materiais Adquiridos.....	46
4.3 - Ensaios de Recebimento na Obra.....	46
4.3.1 - Inspeção Geral.....	47
4.3.1.1 - Características Visuais.....	47
4.3.1.2 - Desvio em Relação ao Esquadro.....	47
4.3.1.3 - Planeza das Faces.....	47
4.4 - Ensaios de Laboratório.....	48
4.4.1 - Características Geométricas.....	48
4.4.1.1 - Forma.....	48
4.4.1.2 - Dimensões nominais.....	48
4.4.2 - Características Físicas e Mecânicas.....	49
4.4.2.1 - Absorção de água.....	50
4.4.2.2 - Resistência à compressão.....	51
4.5 - Critérios de Aceitação e Rejeição.....	53
4.6 - Verificação do Impacto da Qualidade dos Materiais Adquiridos.....	53
4.7 - Análise dos Resultados Obtidos.....	55
5 - CONCLUSÕES.....	57
5.1 - Conclusões.....	57
5.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
BIBLIOGRAFIA.....	62

ANEXOS.....	65
Anexo 1 - Modelo da ficha de verificação de materiais.....	66
Anexo 2 - Número de blocos dos lotes e das amostras.....	67
Anexo 3 - Tolerâncias de fabricação.....	68
Anexo 4 - Dimensões nominais de blocos de vedação e estruturais, comuns e especiais.....	69
Anexo 5 - Resistência à compressão.....	70
Anexo 6 - Relação das construtoras.....	71
Anexo 7 - Relação das cerâmicas.....	74
Anexo 8 - Absorção de água.....	78
Anexo 9 - Resistência à compressão.....	81
Anexo 10 - Número de aceitação e rejeição na inspeção por ensaio de desvio, planeza das faces e medição direta.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ficha de verificação de materiais.....	37
Quadro 2 – Especificação de materiais.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensão real do bloco.....	48
Tabela 2 – Diferenças das medidas obtidas.....	49
Tabela 3 – Valores máximos e mínimos da absorção de água.....	51
Tabela 4 – Valores máximos e mínimos da resistência à compressão.....	52

RESUMO

ANDRADE, Lucimara Aparecida Schambeck. **Uma proposta metodológica para a inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria em canteiros de obras.** 2002. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

A indústria da construção civil, caracterizada pelos altos índices de desperdícios, custos elevados de produção e mão-de-obra desqualificada, necessita acompanhar o processo de desenvolvimento das outras indústrias.

O presente trabalho visa trazer uma contribuição para o setor da indústria da construção civil através da proposta de uma metodologia para a inspeção da qualidade de blocos cerâmicos para alvenaria utilizados por empresas construtoras.

Serão apresentados neste trabalho os resultados de análises realizadas em blocos cerâmicos de vedação comuns, sendo verificado a qualidade dos blocos comprados pela Construtora, bem como o desperdício gerado pelo bloco no canteiro de obras. Os ensaios foram realizados tendo como base à normalização.

A metodologia proposta foi testada em um estudo de caso em uma obra com fins residenciais de uma empresa construtora do setor de edificações.

Este trabalho divide-se em cinco capítulos, constituídos por uma apresentação do problema da pesquisa e dos objetivos, estruturação de um referencial teórico sobre aspectos relacionados à indústria da construção civil, indústria cerâmica e qualidade, apresentação da proposta de resolução, aplicação da mesma e por fim análises e conclusões dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Construção Civil, Bloco Cerâmico, Desperdício

ABSTRACT

ANDRADE, Lucimara Aparecida Schambeck. **Uma proposta metodológica para a inspeção da qualidade em blocos cerâmicos para alvenaria em canteiros de obras.** 2002. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

The civil construction industry, featured by the high rate of waste, high production costs and disqualified hand labour needs to go along with the development process of other industries.

The present paper aims at bringing a contribution to the civil construction industry through a propose of methodology for ceramic block quality inspection for masonry used by building companies.

It was presented in this paper the analyses results performed on common sealing ceramic blocks being verified the block quality purchased by the construction company as well as the loss made by the on the work field.

The experiments were performed having the normalization as basis the proposed methodology was tested in a residential study case of a building enterprise in the construction sector.

This paper is divided into 5 chapters formed by research problems presentation and objectives, organization of a theoretical referential about the aspects related to the construction industry, ceramic industry and quality, presentation of propose resolution and application and finally analyses and conclusions of the obtained results.

Key-words: Civil Construction, Ceramic Block, Loss

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. O Problema

A indústria da construção civil, caracterizada pelos altos índices de desperdícios, custos elevados de produção e mão-de-obra desqualificada necessita acompanhar o processo de desenvolvimento das outras indústrias, visto que de acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) ela participa com 6% do Produto Interno Bruto Nacional.

Estudos realizados enfocando a gerência de canteiros de obras da indústria da construção civil mostram que perto da metade de todos os distúrbios encontrados envolviam deficiências na qualidade dos materiais.

Segundo Scardoelli et al (1994), a indústria da construção desempenha um papel de grande importância no desenvolvimento econômico e social do país, mas existe um grande atraso tecnológico neste setor, que pode ser caracterizado pelos seguintes aspectos:

- Predominância de mão-de-obra sem qualificação profissional, com alta rotatividade e de baixa produtividade;
- Resistência às inovações tecnológicas;
- Elevada incidência de não conformidade de materiais, componentes, sistemas construtivos e serviços;
- Ausência de controle da qualidade (produtos e serviços);
- Baixa exigência das empresas do setor em relação aos produtores de materiais;
- Baixa exigência por parte do consumidor final;
- Desperdícios significativos de material e de tempo ao longo da produção;
- Atraso quanto à aplicação das normas técnicas.

Há uma tendência a não se dar aos materiais para fechamento e acabamento a mesma importância técnica conferida aos utilizados para estruturas. Apesar das falhas destes conduzirem a maiores riscos de vida humana, o comportamento inadequado dos primeiros provoca a ocorrência das manifestações patológicas mais comuns nas edificações, com transtornos aos usuários e altas despesas de manutenção.

O colapso de uma estrutura pode ser gerado pelo colapso do material constituinte dessa estrutura, porque ou ele foi incorretamente especificado ou não apresentou as propriedades previstas.

A especificação incorreta do material pode ocorrer devido ao desconhecimento do comportamento do mesmo e em relação às propriedades previstas, podendo esta também ocorrer quando o controle da qualidade efetuado no recebimento do material e do componente não é adequado ou não é realizado, permitindo a utilização de produtos com características inferiores às especificadas.

Assim, o conhecimento do comportamento dos materiais se faz necessário em todas as etapas do processo construtivo de planejamento, de projeto, de materiais, de execução propriamente dita (montagem) e de uso (operação e manutenção do edifício).

A cadeia produtiva que forma o setor da construção civil conta com uma grande diversidade de agentes intervenientes e de produtos parciais gerados ao longo do processo de produção, produtos estes que incorporam diferentes níveis de qualidade e que irão afetar a qualidade do produto final.

Elevar os padrões da qualidade do setor da construção civil significa articular os diversos agentes do processo e comprometê-los com a qualidade de seus processos e produtos parciais.

É preciso começar com o conhecimento detalhado do material cerâmico existente, para que haja uma mudança, o que é indispensável para sugerir modificações adequadas ao produto.

1.2. Importância do Tema

O País tem sofrido transformações de forma acelerada em seu cenário produtivo e econômico, onde através dessas transformações surge uma nova realidade que coloca desafios importantes para as empresas de construção civil, entre os quais o da sua sobrevivência em um mercado mais exigente e competitivo.

Está se passando por uma formulação na qual o lucro é resultante do diferencial entre o preço praticado pelo mercado e os custos da empresa. A atuação na redução dos custos diretos e indiretos torna-se, portanto, questão fundamental.

Além das transformações que ocorrem no cenário econômico existem outros fatores indutores da competitividade. Os clientes aumentam as exigências em relação à qualidade das obras e as empresas passam a exercer seu poder de compra, exigindo requisitos da qualidade para materiais, projetos e equipamentos.

O conhecimento dos materiais empregados na construção é de vital importância para o projeto e a construção na Engenharia Civil, tanto os materiais da estrutura da edificação como aqueles usados para o seu fechamento e acabamento têm essa importância.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Geral

Desenvolver e aplicar uma metodologia de inspeção para avaliar a qualidade dos blocos cerâmicos comuns para alvenaria utilizados pelas Empresas Construtoras.

1.3.2. Objetivos Específicos

- avaliar e validar a proposta metodológica através de uma aplicação prática;
- verificar a qualidade do material recebido na Construtora em estudo;
- identificar as perdas geradas no processo construtivo devido a qualidade do material.

1.4. Limitações

A construção civil envolve um número considerável de materiais e serviços, cada um com suas peculiaridades e características próprias e, face a esta dimensão, torna-se necessário estabelecer critérios no sentido de delimitar o estudo quanto ao número de materiais e serviços a serem estudados.

Entre tais critérios, cita-se a representatividade do custo de cada material no montante total da obra como um dos principais para a delimitação de tal estudo, combinado a maior ou menor probabilidade de ocorrência de perdas nos canteiros de obras.

Nesta pesquisa, embora se reconheça a importância dos critérios citados anteriormente, tendo os mesmos sido levados em consideração, procurou-se trabalhar com um tipo de material, valendo-se principalmente em apresentar os procedimentos para o recebimento dos materiais e também de se avaliar a questão das perdas no canteiro de obras.

Os procedimentos apresentados nesta dissertação não são os únicos que existem para o recebimento de materiais. Eles devem ser entendidos como uma alternativa a ser utilizada. Portanto, é preciso analisá-los com critério e adaptá-los à realidade da empresa, considerando suas práticas atuais e a viabilidade de incorporação de eventuais inovações.

1.5. Estrutura do Trabalho

O presente trabalho divide-se em cinco capítulos:

- Capítulo 1 - Introdução: constituído por uma apresentação do problema de pesquisa, da importância do tema, dos objetivos e limitações da pesquisa.
- Capítulo 2 – Referencial Teórico: são apresentados os principais fundamentos que norteiam a elaboração desta pesquisa, baseados na pesquisa bibliográfica dos principais trabalhos realizados.
- Capítulo 3 - Proposta de Resolução: faz-se a apresentação sucinta da metodologia empregada na obtenção das informações a cerca da qualidade dos blocos cerâmicos e o desperdício dos blocos no canteiro de obras, dando uma visão global da aplicação da mesma ao longo do desenvolvimento da pesquisa em todas as suas etapas. Apresenta-se também as planilhas e procedimentos de coleta de dados elaborados para a realização da pesquisa.
- Capítulo 4 - Aplicação do Modelo e Resultados Obtidos: são apresentados os ensaios de recebimento e de laboratório realizados e os instrumentos de coleta de informações sobre as perdas de materiais, bem como a análise dos resultados obtidos.
- Capítulo 5 – Conclusões e Recomendações: neste item observam-se as considerações finais sobre a pesquisa e a aplicação da metodologia. Procedem-se algumas recomendações para trabalhos a serem realizados no futuro.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Caracterização do Setor

2.1.1. Indústria da construção

Segundo Gehring (1990), de um modo geral, a construção civil pode ser classificada como “atrasada” do ponto de vista tecnológico, quando comparada a outros ramos industriais. A produção é baseada na utilização intensa de mão-de-obra, e quase não se vê máquinas e procedimentos produtivos modernos na sua rotina. Uma série de causas são conhecidas e atribuídas, explicando o atraso, mas sem dúvida a instabilidade das políticas governamentais e a falta de exigência da qualidade pelos usuários são as principais.

Dafico (1994), diz que, a nova mentalidade, voltada para a produção com qualidade, é muito mais que um modismo, é uma necessidade. A abertura do Brasil para o mercado competitivo mundial exige da indústria nacional uma rápida adaptação às exigências de um consumidor consciente de seus direitos.

Uma pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Qualidade na Construção Civil (ITQC) e de pesquisadores de 16 universidades, constatou que as construtoras se preocupam cada vez mais, com temas relativos à qualidade. Dentre as avaliadas, 69% têm programas institucionais de qualidade ou já participaram de algum incluindo os de segurança no trabalho, padronização dos processos, alfabetização, implantação das normas ISO 9000 e sistemas de gestão de qualidade.

De acordo com Picchi (1990), pode-se definir qualidade da produção no que tange a qualidade do produto final, do custo, do prazo, e do ambiente de trabalho. Esta formulação, aplicada à construção deixa claro o objetivo de se obter bons edifícios, produzidos racionalmente, e não a custo de retrabalho, desperdícios, etc.

De Cesare e Formoso (1994), afirmam que, a construção civil é um setor freqüentemente criticado pela baixa produtividade e pela imprevisibilidade quanto a custos, prazos e qualidade. Este fato deve-se ao estado de desenvolvimento tecnológico do setor. A mudança deste quadro é dificultada pela própria estrutura das empresas de construção civil, predominantemente pequenas e sem acumulação

de capital suficiente para investir, de forma isolada na aquisição de padrões tecnológicos e administrativos mais eficientes.

Leusin (1996), refletindo sobre a existência de inovação nas edificações, afirma que no Brasil, como em outros países, o subsetor de edificações freqüentemente é apresentado como atrasado tecnologicamente tendo sido, inclusive, objeto de diversas reportagens que ressaltavam seus desperdícios crônicos de materiais e mão-de-obra.

Reis e Melhado (1998), demonstraram em seu trabalho o quadro que ainda se apresenta na indústria da construção civil:

- As relações entre empresa e construtora e fornecedores são pouco cordiais e de curta duração, não se estabelecendo vínculos quanto à continuidade de fornecimento;
- As pessoas responsáveis por efetuar compras, em geral, não possuem habilidades técnicas para fazer muito mais do que obter, sempre ao menor preço possível, qualquer material solicitado;
- Há carências de procedimentos para seleção de fornecedores, apesar de existirem inúmeros fornecedores para o mesmo produto, uns com mais qualidade do que outros;
- A inspeção de recebimento é freqüentemente contornada e a retroalimentação para os fornecedores é limitada e não sistemática.

O setor da construção, pouco habituado à prática da medição, encontra-se extremamente carente de dados que possam fornecer aos gerentes as informações quanto ao desempenho atual de suas empresas e orientar estratégias para a melhoria do desempenho global e das atividades rotineiras da empresa.

2.1.2. Desperdício na construção civil

O desperdício é uma característica marcante do setor e funciona como indicador dos custos da não-qualidade dentro das empresas. Ele manifesta-se devido às falhas ao longo do processo de produção, como a perda de materiais que podem sair da obra na forma de entulho; o retrabalho feito para corrigir serviços; as falhas

nos processos gerenciais e administrativos da empresa, como compras feitas apenas na base do menor preço.

O desperdício de materiais é um dos maiores responsáveis pela péssima imagem que a construção civil tem junto à sociedade. Um estudo realizado pelo NORIE/UFRGS indicou que as perdas de sete materiais básicos: aço, cimento, concreto, areia, argamassa, tijolos furados e maciços, que representam, em média, cerca de 20% do custo de uma obra, podem alcançar 5 a 12% do custo total da mesma. A mudança deste quadro exige uma postura pró-ativa em relação às causas e uma mudança de postura dos profissionais envolvidos, não só na produção, mas nas demais etapas do processo de construção (SOIBELMAN apud SCARDOELLI, 1994).

O desperdício de material de construção no Brasil é grande e ocorre desde uma simples reforma doméstica até à obra industrial. Várias universidades desenvolvem estudos que buscam a racionalização da obra, ou seja, encontrar uma metodologia para aumentar o aproveitamento dos materiais usados nos diferentes processos e serviços. A tarefa, constata os pesquisadores, é difícil devido a heterogeneidade das empresas.

Do que já existe efetivamente, em teses de mestrado e doutorado, a conclusão é unânime: é preciso que haja um sistema de gestão adequado para cada tipo de obra e que todas da linha de produção sejam treinados para trabalhar dentro de regras de aproveitamento máximo.

Segundo Sérgio Cirelli Angulo (1998), pesquisador que integra um projeto da Poli, o Reciclar para Construir, as novas construções são responsáveis por cerca de 50% do total de resíduos das atividades de construção civil, englobando aí construção e demolição.

De acordo com Gehring (1990), a estatística mostra que o Brasil é novamente um “campeão” às avessas: para cada 100 quilos de material que entram num canteiro de obras, 25 quilos são retirados dali a pouco como entulho.

Picchi (1993), afirma que, a construção de edifícios no Brasil, é conhecida como grande geradora de desperdícios de materiais, detendo índices na faixa de 30% no custo final da obra. Ele afirma ainda que, um dos principais indicadores de desperdícios na construção de edifícios é a grande quantidade de resíduos, que sai das obras, provenientes de restos de materiais como por exemplo: argamassas, quebras de elementos de alvenaria, revestimentos cerâmicos cortados, rasgos na

alvenaria para embutimento das instalações, e de um grande número de serviços quebrados e refeitos durante a obra. O entulho gerado nas obras convencionais brasileiras, situa-se entre 10% a 20% da massa final do edifício, variando em função do elemento de alvenaria utilizado e do tipo de organização e controle da obra.

Segundo Hirschfeld (1996), atualmente existe desperdício em todos os setores da construção civil. Com relação ao tijolo, a quantidade efetivamente entregue, em relação à quantidade adquirida, registra porcentagens de perdas que vão de 3% a 20%. No corte de peças, as porcentagens aumentam mais ainda. É preciso despertar a consciência e mudar as atitudes para que a eliminação dos desperdícios faça parte do pensamento e da ação.

2.1.3. Perdas no canteiro de obras

Na produção de um bem ou na prestação de serviços comparecem vários recursos como a mão-de-obra, materiais e equipamentos, que resultam em um custo. A otimização quanto à utilização dos mesmos, visando a redução dos custos, é desejável, principalmente em se tratando de um mercado globalizado e de competição acirrada, seja para a sobrevivência da empresa, seja para o aumento da lucratividade na atividade desenvolvida.

Neste sentido, a eliminação ou redução destes custos advindos do consumo de recursos, sem perda de qualidade do produto oferecido ou do serviço prestado, torna-se necessária e, para isto, há que se identificar os pontos falhos dos processos envolvidos.

Uma das formas de reduzir tais custos consiste na redução ou eliminação das perdas destes processos. Sendo assim, as perdas podem ser definidas segundo Freitas (1995), como sendo “todo o recurso que se gasta para executar um produto sem agregar valor aos mesmos, ou seja, tudo que se gasta além do estritamente necessário”.

Embora este conceito seja aplicável em todas as etapas de concepção de um empreendimento, no que diz respeito à etapa de execução, especificamente com relação aos recursos utilizados no canteiro de obras.

Santos et al (1996), definem perdas como sendo “qualquer ineficiência que reflita no uso dos materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores

àquelas necessárias para a produção da edificação, englobando além dos materiais, todas as tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor”.

Existe um mito de que o material desperdiçado na construção de três edifícios daria para construir outro, tal o volume de perda de material nas obras nacionais. Ainda mais depois dos índices registrados pela pesquisa “Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras”, desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Tecnologia e Qualidade na Construção Civil (ITQC), pelo Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica (Poli) da Universidade de São Paulo (USP) e equipes de outras quinze Universidades, o levantamento foi feito em 80 canteiros das regiões Nordeste, Sudeste e Sul.

Nos dois anos que durou, a pesquisa resultou no estabelecimento de 1632 indicadores de perdas para dezenove materiais envolvidos em diversos serviços da construção civil, divididos em indicador global de perda de material, indicador global de perda e/ou consumo de material por serviço, indicador global de perda e/ou consumo de material por serviço pós-estocagem, indicador parcial de perdas e indicador parcial de consumo.

O primeiro, que consiste no cálculo da perda total de material levando em conta todos os serviços nos quais foi utilizado, é de 56% para o cimento, 44% para a areia, 13% para blocos e tijolos. Para o segundo indicador, que revela a expressão da perda ou o consumo do material num único serviço, desde a etapa de recebimento até a aplicação final, os registros de perda são maiores para a argamassa.

Parte da perda avaliada na pesquisa ITQC/Poli, está incorporada na própria obra. É comum que operários usem mais reboco para eliminar irregularidades de tijolos e blocos e também mais argamassa para uniformizar o piso.

Vahan Agopyan, que também participou do estudo, afirmou que em obras cuja alvenaria era mal feita, ao se tentar corrigir isso, a perda incorporada de argamassa chegava a 80%, e onde precisava ter uma camada de 1cm dessa havia até de 3 ou 4 cm.

As perdas de material são destaques quando se trata de desperdício na construção civil, por ser a parcela visível e também porque o consumo desnecessário de material resulta numa alta produção de resíduos.

Segundo Santos et al (1996), a redução das perdas passa pelo conhecimento de sua natureza, assim como da identificação das suas principais causas.

2.2. Materiais Cerâmicos

Os materiais cerâmicos são largamente empregados na construção civil devido a suas propriedades intrínsecas de resistência mecânica e durabilidade.

Podemos demonstrar a durabilidade do material cerâmico ao mencionarmos que os estudos arqueológicos de civilizações antigas são normalmente baseados na identificação da origem e da data de fabricação de elementos cerâmicos que, ao contrário de metais, madeiras e tecidos, permanecem praticamente com o aspecto da época de sua manufatura.

Modernamente, existem diversas definições para materiais cerâmicos caracterizando-os através de propriedades comuns e agrupando-os de conformidade com essas mesmas propriedades.

Uma delas, bastante ampla e abrangente, é a adotada pela Associação Brasileira de Cerâmica: Cerâmicas ou Materiais Cerâmicos compreendem todos os materiais de emprego em engenharia (materiais de construção de engenharia) ou produtos químicos inorgânicos (excetuados os metais e suas ligas), que são utilizáveis geralmente pelo tratamento em temperaturas elevadas (ABIKO, 1988).

Dentre estes materiais podemos citar os tijolos e blocos cerâmicos. Estes são componentes de alvenaria obtidos a partir de argilas queimadas a 900°C, apresentando características físicas, mecânicas e de durabilidade que os tornam um dos melhores materiais de construção existente. Podem ser produzidos em pequenas olarias com equipamentos primitivos ou em indústrias modernas.

A utilização de tijolos e blocos cerâmicos apresenta algumas vantagens, como por exemplo:

- São de densidade mais baixa, resultando em uma menor carga sobre a estrutura construída e são mais econômicos que outros componentes de mesma finalidade;
- São de baixo custo, pois sua utilização em paredes, que posteriormente serão rebocadas, não requer um acabamento refinado dos tijolos e blocos, mas um controle dimensional adequado;
- Os tijolos e blocos são encontrados com facilidade na maioria das regiões do país, em abundância e em variedade de tipos;

- Possuem boas características de isolamento térmico e acústico, e uma alta resistência à chama, pois são mais refratários que outros materiais de construção.

Pires Sobrinho e Bastos (1990), constataram que, a falta de padronização dos produtos em cerâmica vermelha, particularmente os blocos e telhas, existentes no mercado da construção civil tem contribuído para o baixo desempenho destes em relação aos seus similares.

Esse baixo desempenho pode ser evidenciado pelas seguintes considerações:

- Sob o ponto de vista orçamentário, a não exigência de padrões normalizados leva a uma indefinição na quantificação desses componentes, assim como a heterogeneidade de sua qualidade também contribui no aumento desta indefinição, face ao desconhecimento do índice de quebra (índice de reposição).
- Sob o ponto de vista de produtividade, tanto o ripamento para as telhas, quanto o assentamento dos blocos de alvenaria são dificultados pela variedade dimensional dos componentes, o que além de gerar um gasto excessivo de argamassa para o preenchimento dos vazios e para planificação da alvenaria, conduz a obtenção de índices variáveis do número de peças por metro quadrado de parede ou de coberta.
- Sob o ponto de vista de segurança estrutural, a desuniformidade das características de resistência dos blocos, bem como suas imperfeições diminuem consideravelmente a resistência portante da alvenaria.

Com a introdução das estruturas metálicas e do concreto armado, os tijolos e blocos, perderam, na maioria das construções, sua função estrutural, restando-lhes apenas a função de elementos de alvenaria de vedação, função esta também ameaçada pela substituição por materiais alternativos.

Com o objetivo de se conhecer a qualidade dos produtos cerâmicos existentes nos mais diversos pontos do país, tem-se desenvolvido uma série de pesquisas nesse setor (Oliveira e Roman, 1994; Carvalho Filho e Gering, 1994; Pires Sobrinho e Bastos, 1990). Entretanto, tão importantes quanto estas pesquisas, é a verificação da aplicação deste material na obras. O comportamento inadequado do material devido à falha ou má aplicação pode ser a resposta para alguns tipos de patologias.

2.2.1. Cerâmica vermelha

A história da Cerâmica Vermelha remonta a cerca de sete mil anos na história da humanidade, no Oriente Médio. Inicialmente utilizou-se o tijolo de adobe (cerâmica crua) como substituto das pedras de cantaria. Embora de menor durabilidade, apresentou a vantagem de uma maior trabalhabilidade da argila na execução dos elementos e destes mesmos na composição das alvenarias.

A palavra cerâmica é derivada da palavra grega “kerameikos”, que significa “feito de terra”. A produção de artigos cerâmicos foi evoluindo desde sua origem na China até sua expansão por toda Europa, sendo uma das mais antigas do mundo. O homem ao longo da história tem produzido artigos cerâmicos para utilidade doméstica onde expressa suas crenças e sentimentos.

Especificamente para a Indústria da Construção Civil, a denominação de Cerâmica Vermelha engloba produtos como tijolos e blocos para alvenaria, além de telhas, pisos, vasos decorativos, entre outros. Geralmente ao se falar da cerâmica vermelha constitui-se um grupo de produtos rústicos onde o acabamento dificilmente ocorre.

A grande importância deste setor econômico está nas propriedades que possuem seus produtos como materiais auto-estruturados e, por isto, estão intimamente ligados à edificação.

O processo para a fabricação de elementos cerâmicos vermelhos é bastante conhecido, seu domínio é milenar e apresenta pequenas variações para a obtenção dos diferentes produtos.

Na indústria da cerâmica vermelha, a matéria prima fundamental é a argila. Sua ocorrência é muito comum, embora se diga que “a argila não é a expressão genuína do terreno de onde procede, e a diversidade de sua origem é a causa da variedade de suas categorias” (FONSECA et al, 1998).

As argilas são a espinha dorsal da cerâmica, portanto é de fundamental importância o conhecimento de sua natureza. Atualmente há um bom conhecimento dos minerais constituintes de argilas, embora haja ainda muito para ser investigado, principalmente no campo das micas hidratadas.

A característica fundamental da argila é a sua plasticidade, o que permite a elaboração de um elevado número de formas pela utilização de equipamentos com baixo grau de complexidade e sofisticação.

No estado de Santa Catarina, as argilas são geograficamente distribuídas, chegando a formar reservas de qualidade e volume apreciável, que notadamente são exploradas para fins cerâmicos nobres.

Dentro de uma larga faixa, as argilas variam em caráter, sendo encontradas por todo o litoral. Alguns depósitos de argilas são encontrados nos mesmos locais das rochas matrizes das quais foram originados, enquanto outros foram depositados a grandes distâncias do seu lugar de origem.

As matérias primas dos tijolos e blocos cerâmicos são constituídas por argilas plásticas caulinito-ilíticas em camadas mistas com matéria orgânica, óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio. Estes são materiais geralmente originários de rios, lagos ou de várzeas.

Para a fabricação dos tijolos e blocos cerâmicos as argilas devem apresentar a propriedade de poderem ser moldadas facilmente e possuírem um valor de tensão (ou módulo de ruptura à flexão) de médio a elevado antes e após a queima.

Outros materiais podem ser acrescentados às materiais primas cerâmicas que atuam como fundentes e podem encontrar-se normalmente junto com as argilas, ou podem ser agregados às mesmas quando necessário.

Considerados seu baixo custo e pouca exigência de qualificação em sua aplicação, as cerâmicas vermelhas representam o maior volume de movimentação de materiais na grande maioria de construções correntes no Brasil.

Segundo o artigo do Anuário Brasileiro de Cerâmica (1996), várias fontes indicam a existência de 8500 a 11000 empresas produtoras de cerâmica vermelha em todo o Brasil. A produção mensal é da ordem de 2 bilhões de peças com consumo de argila superior a 5 milhões de toneladas/mês. O número de empregados diretos gira ao redor de 400 mil pessoas, o que dá idéia da importância deste setor para a sociedade e o governo brasileiro.

2.2.2. Indústria cerâmica

No Estado de Santa Catarina a fabricação da cerâmica foi introduzida pelos imigrantes europeus que vieram para o estado. A produção de cerâmica vermelha chegou ao litoral pelos imigrantes açorianos e, ao interior, pelos alemães e italianos.

Cada cultura trouxe sua contribuição, bem como as características próprias: os portugueses não usavam cerâmica para a construção de telhados; os alemães, por sua vez, usavam cerâmica para a construção de paredes e coberturas.

Na vinda dos imigrantes vieram muitos oleiros, só que, por motivos de sobrevivência, estes dedicaram-se à agricultura; em uma segunda etapa, quando já estavam estabelecidos, esses imigrantes e suas famílias passaram a atuar em sua profissão, surgindo as olarias na própria área agrícola na forma característica que existem hoje.

Segundo dados da ANICER – Associação Nacional de Indústria Cerâmica (1997) – o Estado de Santa Catarina possui 742 empresas do setor de cerâmica vermelha, das quais 51,9% localizam-se na região do Alto Vale do Itajaí; 33,8% na região Sul do Estado e 9,3% na região do Oeste Catarinense. Essas empresas empregam 11.000 funcionários diretos; 2.323 na produção de insumos; mas de 3.900 em transporte e distribuição, além de 30.000 empregos indiretos. Concentram sua produção em 62,9% de tijolos; 28,5% de telhas e 8,6% de outros produtos.

Dados fornecidos pela mesma ANICER (1997), mostram que, no cenário nacional, o setor de cerâmica vermelha representa 0,9% do Produto Interno Bruto (PIB) Nacional e 2,7% do PIB da indústria, empregando mais de 530.000 pessoas direta e indiretamente.

No Brasil, a maioria das empresas fabricantes de blocos cerâmicos, apresentam pequena escala de produção, possuem baixa rentabilidade, e não têm evoluído de forma a adequar sua tecnologia de processo e de produção às mudanças que ocorrem atualmente na Construção Civil. Desta forma, há falta de padronização entre os produtos fabricados, grande variedade de tipos, e descontinuidade na fabricação de peças. (OLIVEIRA, 1994)

A indústria de materiais cerâmicos deixa muito a desejar, tanto do ponto de vista da qualidade do produto final que fabrica, como no que diz respeito ao emprego de

materiais com características inadequadas, técnicas deficientes de controle de qualidade e mão-de-obra não qualificada.

O nível tecnológico nas empresas de modo geral, é baixo, havendo algumas com técnicas de processo de produção de 100 anos atrás. A tecnologia muitas vezes está à disposição no mercado, mas o ceramista não consegue obtê-la por falta de recursos financeiros ou por falta de informação geral sobre o assunto, que poderia ser obtida inclusive em Universidades ou Escolas Técnicas. A falta de formação gerencial, de normalização de produto e a utilização inadequada de equipamentos e técnicas, leva ao pouco desenvolvimento tecnológico.

O controle da qualidade é tarefa complexa, envolvendo os mais diversos problemas, tanto do ponto de vista dos materiais e técnicas construtivas, como da mão-de-obra em seus diversos segmentos.

A mão-de-obra no Brasil que atua no setor raramente é treinada, o que facilita a ocorrência dos mais diversos problemas operacionais, além de que não possui capacitação técnica, prejudicando a qualidade do produto final fabricado. Além disso, há escassez de pessoal em algumas regiões.

A evasão e falta de assiduidade dos empregados trazem problemas que devem também ser considerados, pois contribuem para a falta de qualidade do produto final.

A evolução do mercado da Indústria de Cerâmica Vermelha, do Sul do Estado de Santa Catarina, deve se adequar às mudanças que ocorrem atualmente na indústria da construção civil nacional, onde a demanda por produtos de alto padrão tecnológico e de baixo custo está cada vez mais determinando o sucesso de uma indústria.

Segundo Carvalho Filho e Gehring (1994), a indústria cerâmica é uma das atividades produtivas considerada de comportamento mais “tradicional” dentre os fornecedores de insumos para a construção civil. É caracterizada por baixa inovação tecnológica, o que contribui para a sua decrescente competitividade frente a novos elementos construtivos que surgiram no mercado nos últimos anos. A baixa tecnologia de produção, caracterizada por uma reduzida ação de automação da indústria, associada à ausência de dispositivos de controle de qualidade no processo produtivo, e que ainda, aliada à baixa qualificação da mão-de-obra, tem influência direta sobre o produto colocado à disposição do consumidor.

De acordo com Roman e Gleize (1998), pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Construção da UFSC, a melhoria da qualidade e desenvolvimento tecnológico da Indústria da Construção Civil passa necessariamente pelo desenvolvimento tecnológico da Indústria de Cerâmica Vermelha. Colabora para a má qualidade do material cerâmico a estrutura da indústria de cerâmica vermelha existente no Brasil. Esta indústria constitui um setor importante sob o ponto de vista sócio-econômico para o país, evidenciado pela construção da grande maioria das habitações com tijolos e telhas. Este material é suprido por olarias, geralmente de pequeno porte, funcionando com estrutura artesanal.

Através de um diagnóstico do Setor de Cerâmica Vermelha em Santa Catarina, realizado pela Secretaria de Estado e Energia, Ciência e Tecnologia (1990), constatou-se que as empresas de Cerâmica Vermelha do Estado, geralmente são de pequeno porte, funcionando com estrutura artesanal. Contrastando com a grande maioria, encontram-se empresas que fizeram grandes investimentos em infraestrutura produtiva, mas não investiram na qualificação da mão-de-obra, fazendo com que a produtividade seja similar ao de empresas mais artesanais.

Devido às exigências do mercado, e ao aparecimento de materiais alternativos, as empresas do setor, salvo algumas exceções, passam por uma fase em que a sua evolução é decisiva para a própria sobrevivência. Para que esta evolução ocorra, é necessária a resolução de problemas que vão desde a extração da matéria-prima até a comercialização do produto final.

É fundamental que haja uma reciclagem efetiva do setor, sob diversos aspectos, adequando tecnologicamente o processo produtivo e seu fim aos tempos contemporâneos, para garantir e solidificar o espaço conquistado durante vários séculos.

2.3. Qualidade dos Materiais

De acordo com Gehring (1990), continuam existindo sérios problemas no processo construtivo como um todo: nas etapas de projeto, na aquisição dos materiais e na execução. Estes fatores acrescidos dos altos custos de manutenção e reposição ao longo da vida útil das obras, levam a uma preocupação cada vez maior para a implantação de sistemas de garantia da qualidade num futuro próximo. A

implantação dos sistemas da garantia da qualidade pressupõe a estruturação prévia de ações para a normalização técnica; controle da qualidade do projeto, fabricação e execução; certificação de conformidade; e homologação dos produtos e processos inovadores carentes de normas prescritivas.

Segundo a ISO 9004 (1990), os materiais, componentes e conjuntos comprados fazem parte do produto da empresa e afetam diretamente a qualidade de seu produto. A aquisição de suprimento deve ser planejada e controlada. O comprador deve estabelecer com cada fornecedor um estreito relacionamento de trabalho e um sistema de realimentação. Desta maneira, um programa contínuo de melhorias da qualidade pode ser mantido e, divergências quanto à qualidade, evitadas ou resolvidas rapidamente. Este estreito relacionamento de trabalho e o sistema de realimentação beneficiarão tanto o comprador quanto o fornecedor.

O sucesso da aquisição de suprimentos começa com uma definição clara dos requisitos. Usualmente estes requisitos estão contidos nas especificações.

Segundo Souza e Mekbekian (1996), a gestão da qualidade na aquisição de materiais é importantíssima, pois, hoje, os insumos respondem por parte significativa do custo das obras e têm forte impacto na produtividade dos serviços e no desempenho final do produto entregue ao cliente.

Como resultado global para a empresa, a gestão da qualidade na aquisição deve propiciar a redução de custos gerados pela má qualidade de materiais e de fornecedores, ao mesmo tempo, alcançar a satisfação dos clientes externos e internos pelo atendimento a suas necessidades e exigências.

Segundo Carvalho Filho e Gehring (1994), ao implantar um programa de qualidade a Empresa pode reduzir significativamente seus custos de produção, seja pela redução de desperdícios e retrabalho, seja pela racionalização dos processos, ou ainda pela eliminação de controles desnecessários. Hoje em dia, os grandes compradores exigem dos seus fornecedores a certificação de qualidade, colocando as empresas que desenvolvem programas de melhoria da qualidade, em um status que as diferenciam dos seus concorrentes.

Quando adota um programa de qualidade, o empresário tem a oportunidade de entrar em novos mercados, reduzir custos, criar novos negócios e tornar sua empresa altamente competitiva, fornecendo produtos de alta qualidade e a preços mais baixos.

Gehring (1990) afirma que, a questão qualidade está atingindo atualmente todos os setores da economia e na indústria da construção civil, particularmente no Brasil, ela não foi ainda entendida plenamente. Na realidade do mercado moderno de hoje, a qualidade é o mecanismo fundamental para se atingir a competitividade, levando à sobrevivência e ao fortalecimento da empresa.

Racionalizar materiais e mão-de-obra, evitar o desperdício, supervisionar projeto e execução, prevenir patologias e adotar a normalização para entregar ao usuário uma edificação com bom desempenho, são também requisitos para melhoria da qualidade da edificação.

Para muitos, a qualidade é sinônimo de alto desempenho, alto custo e exclusividade. A qualidade do produto ou serviço é entendida como o máximo a ser atingido pelo produto, e o consumidor deve pagar de acordo com isso. Ela reúne todas as características do produto ou serviço que satisfazem as necessidades do consumidor.

A qualidade da alvenaria na construção, por exemplo, depende do material usado. Assim, todo trabalho utilizando tijolos ou blocos cerâmicos, deve estar conforme os padrões mínimos exigidos para estes produtos.

2.3.1. Inspeção da qualidade

Pires Sobrinho e Bastos (1990), afirmam que, a falta de consciência dos construtores em não exigir na aquisição destes produtos à inspeção da qualidade, talvez seja a razão principal para a despadronização existente. Não havendo qualquer tipo de critério na aquisição dos produtos, favorece-se uma produção sem qualquer controle. As inúmeras olarias e cerâmicas existentes concorrem com seus produtos apenas pelo preço. Sendo assim, as empresas construtoras perdem por adquirir produtos desqualificados e esta economia conseguida na compra de produtos mais baratos levará certamente a um prejuízo bem maior, quando da conclusão do empreendimento.

Oliveira e Roman (1994), constataram que, a principal condição para a compra do material é o preço unitário. A qualidade, raramente é levada em consideração. Devido à competição de preço existente entre os fabricantes, há uma tendência em se diminuir voluntariamente o tamanho dos blocos, para que o preço

também seja menor. Isso comumente não preocupa o comprador, que prefere os menores preços, sem levar em consideração o tamanho dos blocos.

De acordo com Reis e Melhado (1998), a partir da elaboração e da utilização dos procedimentos de inspeção e recebimento de materiais, as construtoras podem definir suas tolerâncias e estabelecer limites para os erros durante a entrega dos materiais em obra. Tal procedimento possibilita que se tenha sempre o mesmo nível de exigência em relação aos fornecedores além de garantir a constância da qualidade dos insumos que farão parte do produto final.

Atualmente, muito mais do que ter bons preços, os fornecedores devem garantir a qualidade de seus produtos, atender prazos, serem capazes de inovar, ou seja, precisam passar a dar valor a itens anteriormente ignorados, mas que hoje representam um elevado potencial de diferenciação no mercado.

A atuação de empresas construtoras e a cadeia de fornecedores não deve se resumir a uma simples relação cliente-fornecedor, mas, sobretudo, deve ser encarada como uma estratégia empresarial, que irá permitir ganhos globais de qualidade, custo e prazo em todo o processo construtivo.

Ao contrário do que se possa imaginar, os custos da inspeção de produtos e do controle de produção são bastante reduzidos, quando realizados de forma criteriosa.

2.3.1.1. Planos de inspeção por amostragem

Os planos de inspeção por amostragem surgiram da impossibilidade de se efetuar inspeção completa (à 100%) em itens (peças, lotes, etc) cuja inspeção é efetuada através da análise destrutiva. Apesar de terem surgido para resolver o problema da inspeção destrutiva, os planos de inspeção por amostragem logo se propagaram para todo tipo de inspeção de aceitação, pela economia de tempo e custos que representam em relação a inspeção completa (à 100%). Além do mais, à inspeção à 100% não garante a ausência de itens defeituosos, devido ao desgaste do operador e instrumentos de medição. Estima-se que a inspeção completa elimine apenas 85 a 95% dos itens defeituosos de um lote.

A inspeção por amostragem faz uma inferência sobre as características de uma população (lote) através de uma amostra representativa do mesmo. Desta maneira,

existem riscos de se aceitar lotes ruins, ou rejeitar lotes bons, que são chamados de riscos do consumidor e do produtor.

Um fator necessário na determinação dos planos de inspeção é o NQA, ou nível de qualidade aceitável, que indica o nível de peças defeituosas (fora de especificação) que é aceito em lotes de boa qualidade. O NQA é estabelecido levando-se em conta aspectos como prejuízos, causados por itens defeituosos, para o consumidor, e a capacidade do processo de produção do fornecedor. É uma decisão eminentemente política, que deve ser acertada de comum acordo entre fornecedor e consumidor.

Os planos de inspeção por amostragem, devido a facilidade de utilização, propagam-se velozmente por todo ambiente industrial, sendo utilizado para inspeção de lotes provenientes de fornecedores ou da própria fábrica. Devido à sua importância e eficiência, a inspeção é, em muitos casos, utilizada como única maneira de controle de qualidade. Muitas empresas tentam conseguir qualidade através da aplicação generalizada de planos de inspeção.

2.3.2. Requisitos da Qualidade

Os requisitos da qualidade a que o bloco cerâmico deve atender estão definidos na Especificação NBR 7171 da ABNT (1992), e, resumidamente são os seguintes:

1. o bloco não deverá apresentar defeitos de fabricação tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e desuniformidade de cor;
2. o desvio em relação ao esquadro e a planeza das faces não devem apresentar diferenças superiores às tolerâncias admitidas;
3. as dimensões do bloco (largura, altura e comprimento) não devem apresentar diferenças, em relação às dimensões padronizadas, superiores às tolerâncias para elas admitidas;
4. os blocos de vedação devem apresentar os furos na direção do comprimento;
5. em função do seu tipo e classificação, os blocos devem atender à resistência à compressão para eles especificada.

O não atendimento aos requisitos da qualidade para o bloco cerâmico, tem sido um dos maiores entraves para o desenvolvimento da alvenaria na construção civil.

Os defeitos sistemáticos denotam problemas com a matéria prima, conformação, secagem, queima, estocagem ou com o transporte dos materiais cerâmicos, podendo comprometer seriamente a qualidade das alvenarias. Grandes retrações resultam em deformação e trincamento das peças, além de não se obter uma uniformidade, o que inviabiliza a padronização e controle dimensional.

Geralmente as dimensões externas (comprimento x largura x altura) não obedecem às normas. Existem as mais diversas dimensões, entre os mesmos tipos de material, dificultando o próprio uso do produto. Esta falta de controle em relação às dimensões decorre principalmente devido à redução voluntária do tamanho dos blocos, à falta de conhecimento da existência de padrões dimensionais e da não exigência por parte do mercado consumidor. Como o mercado consumidor mostra-se interessado em adquirir produtos de baixo custo, o fabricante reduz voluntariamente o tamanho e a qualidade dos produtos, a fim de reduzir os preços, o volume de estocagem e o custo do transporte, em um processo que finalmente conduz à quebra do produtor.

O manual para a produção de Cerâmica Vermelha (1998), diz que, o argumento de redução dimensional para reduzir preços visando ganhar compradores é totalmente falsa, segundo os argumentos a seguir:

- Os compradores de tijolos pequenos necessitam comprar mais tijolos por metro quadrado de construção;
- A diminuição de preço dos tijolos pequenos, unitários, é compensada com maiores despesas por metro quadrado, devido à necessidade de mais tijolos na obra;
- Os tijolos maiores, dentro das normas dimensionais, reduzem as unidades necessárias, diminuindo adicionalmente os custos de mão-de-obra por metro quadrado de construção;
- Tijolos maiores significa menos tempo de construção; como a colocação de um tijolo independe das dimensões e como deve ser colocada menor quantidade de tijolos, o tempo total é menor com tijolos maiores.

A dimensão correta dos blocos também é muito importante para evitar perda de materiais e a correta espessura das juntas. A variabilidade nas dimensões dificulta a aplicação do produto, principalmente em relação ao prumo e alinhamento das juntas nas alvenarias.

O assentamento dos blocos de alvenaria são dificultados pela variedade dimensional dos componentes, o que além de gerar um gasto excessivo de argamassa para o preenchimento dos vazios e para planificação da alvenaria, conduz a obtenção de índices variáveis do número de peças por metro quadrado de parede, elevando assim o preço da alvenaria pronta.

A desuniformidade das características de resistência dos blocos, bem como suas imperfeições diminuem consideravelmente a resistência da alvenaria e causa um maior número de quebras do material durante o transporte e manipulação.

Devido à baixa qualidade dos blocos, fica muito difícil a execução dos cortes sem desperdício do material, daí porque a grande utilização dos meios blocos no levantamento de paredes. O corte quando efetuado, geralmente é realizado pelos pedreiros. Como o material é muito frágil e quebra facilmente, este trabalho requer muito cuidado. Grande parte dos construtores evita cortar o material para que seja diminuído o desperdício.

A resistência mecânica à compressão é fundamental no caso de alvenaria estrutural. Quando a resistência mecânica é baixa uma parede pode sucumbir pelo próprio peso. Também, uma baixa resistência representa grandes perdas quando do transporte das peças.

A absorção de água é um critério de extrema importância, representando a porosidade do material. Uma grande absorção de água torna tijolos mais frágeis, pois as temperaturas em que são queimadas as peças nem sempre são suficientes para a completa inertização do material, ou seja, este pode reagir com a água decompondo-se em outras fases.

2.3.3. Normalização Técnica

Todo esforço de melhoria da qualidade de uma empresa, de um setor industrial e de um país começa com a normalização de produtos, projetos, processos e sistemas. Sem normas e padrões não há controle nem garantia, nem certificação da qualidade.

A importância da normalização está em estabelecer uma mesma linguagem técnica para o país como um todo. Isso permite que possam ser estabelecidas

comparações entre resultados obtidos de procedimentos desenvolvidos em diferentes regiões uma vez que os mesmos foram padronizados.

No âmbito das empresas, a normalização exerce o papel de especificar os produtos de acordo com as necessidades do consumidor e estabilizar os processos, fazendo com que todos os insumos sejam sempre processados da mesma maneira, de modo a racionalizar o uso de materiais, mão-de-obra e equipamentos, reduzindo-se os custos de produção. Desta forma, a normalização de uma empresa tem caráter dinâmico e se modifica rapidamente com a evolução das necessidades de seus clientes e o avanço do conhecimento tecnológico.

Através das normas técnicas definem-se os níveis de qualidade dos materiais e componentes, os métodos de ensaio para avaliá-los, os procedimentos para planejamento, elaboração de projetos e execução de serviços e os procedimentos para operação e manutenção de obras. As normas técnicas permitem ainda a padronização de componentes e a coordenação dimensional entre o projeto e os vários subsistemas que constituem o produto final. As normas técnicas aumentam a produtividade, por meio da eliminação de desperdícios, e a melhoria da qualidade do produto.

Particularmente para o setor de cerâmica, a normalização busca, através da especificação, estabelecer condições mínimas a serem atendidas pelos materiais cerâmicos para sua aceitação em obras, bem como estabelecer critérios para inspeção e aceitação ou rejeição de lotes. Para que a determinação de características dos materiais seja realizada sempre da mesma maneira, são estabelecidos métodos de ensaio.

Atualmente as normas brasileiras relacionadas com blocos cerâmicos são as seguintes:

- NBR 6461 – Bloco Cerâmico para alvenaria – Verificação da resistência à compressão. Prescreve o método para verificação da resistência à compressão em blocos cerâmicos para alvenaria.
- NBR 7171 – Bloco Cerâmico para alvenaria – Especificação. Fixa as condições exigíveis no recebimento de blocos cerâmicos a serem utilizados em obras de alvenaria, com ou sem revestimento.
- NBR 8042 – Bloco Cerâmico para alvenaria – Formas e dimensões. Padroniza as formas e dimensões de blocos cerâmicos a serem utilizados em alvenaria com ou sem revestimento.

- NBR 8947 – Telha Cerâmica – Determinação da massa e da absorção de água. Prescreve o método de determinação da massa e da absorção de água.

2.3.4. Movimentação de materiais

É comum ocorrer o duplo manuseio de materiais no canteiro. Esta situação pode ser atribuída tanto à inadequação da tecnologia empregada quanto as falhas gerenciais.

Tomando o exemplo do bloco cerâmico, pode-se verificar a inadequação do sistema de transporte comumente utilizado. Do forno, o bloco passa algum tempo armazenado na própria olaria; manualmente é carregado no caminhão e transportado até a obra. Na obra é descarregado também manualmente em qualquer local, às vezes até na calçada. Depois é transportado para uma grande pilha e daí é levado até o guincho, para então ser empilhado no pavimento, sendo, por último, colocado junto ao andaime do pedreiro. Neste processo ocorrem perdas tanto de material como de mão-de-obra, consumindo recursos que não agregam valor ao produto final.

A alternativa mais freqüentemente empregada para racionalizar o transporte de blocos é a utilização de pallets. O pallet, resumidamente, consiste no empacotamento do insumo que se pretende utilizar, garantindo a sua preservação durante o transporte do local de fabricação até o de utilização.

Nem sempre os fornecedores concordam em paletizar sem custos adicionais. Uma alternativa encontrada por algumas empresas para solucionar este problema é a paletização no canteiro.

CAPÍTULO 3 – PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

3.1. Introdução

O presente trabalho objetiva propor uma metodologia que permite garantir que todos os materiais a empregar nas obras sejam comprovadamente de primeira qualidade de modo a satisfazer rigorosamente as condições estipuladas nas especificações técnicas e no projeto.

A aplicação da metodologia possibilitará que a empresa construtora exerça o controle de recebimento dos blocos cerâmicos, através da inspeção dos lotes entregues na obra. As inspeções por meio de verificações visuais e ensaios laboratoriais, visa identificar nas amostras os defeitos sistemáticos, desvio em relação ao esquadro, planeza, resistência à compressão, dimensões em conformidade, seja com as normas técnicas brasileiras ou com as especificações e normas da própria empresa.

Propõe-se que o material adquirido e entregue na obra passe por controle de recebimento, que permita a criação de registros da qualidade. Estes registros, aliados à percepção do pessoal da obra em relação ao desempenho do material durante a sua aplicação, permitiria a retroalimentação do sistema de controle de material utilizado. Um dos produtos resultantes desta metodologia poderia ser a contínua melhoria das especificações técnicas para os materiais cerâmicos utilizados pela empresa.

A metodologia se propõe a facilitar a aplicação das rotinas de fiscalização da qualidade do produto cerâmico.

O construtor só poderá usar qualquer material depois de submetê-lo ao exame e aprovação da fiscalização. Assim, as amostras de materiais aprovadas pela fiscalização podem ser cuidadosamente conservadas no canteiro de obra até o fim dos trabalhos possibilitando a identificação rápida de materiais cerâmicos que não satisfaçam as especificações.

Entretanto, cabe ressaltar que o controle é uma ação integrada que deve envolver os diversos setores da empresa objetivando garantir a satisfação dos clientes em relação à qualidade dos materiais adquiridos.

Desta forma, propõe-se para o controle da qualidade na aquisição e recebimento de materiais cerâmicos as seguintes etapas:

1. Registro da qualidade dos materiais adquiridos através de:
 - a) fichas de verificações;
 - b) especificações técnicas de materiais;
 - c) controle da qualidade de recebimento.
2. Plano de Amostragem:
 - a) ensaios de recebimento na obra;
 - b) ensaios de laboratório.
3. Coleta de dados

A seguir, cada uma das diversas etapas é apresentada em maiores detalhes.

3.2. Registro da Qualidade dos Materiais Adquiridos

3.2.1. Fichas de verificações

O controle de recebimento dos materiais deverá ser realizado através da utilização de ensaios expedidos para verificar a qualidade dos materiais, para tanto, propõe-se a utilização de fichas de verificação, como a ilustrada no Quadro 1.

Quadro 1: Ficha de Verificação de Materiais

FICHA DE VERIFICAÇÃO DE MATERIAIS			
Obra:			
Material:			Nº Ficha:
Local de uso:		Especificação de referência:	
Fornecedor/Fabricante:	Quantidade:	Data de entrega:	Nº Nota Fiscal:
Nº de blocos quebrados no recebimento:		Nº de blocos quebrados no transporte:	
Ensaio/Verificação	Resultado Obtido	Atende aos critérios de aceitação	
		Sim	Não
Observações:		Responsável pelo Recebimento:	
		Data: ____/____/____	

Fonte: o próprio autor

As fichas de verificações de materiais são compostas por campos auto-explicativos como nome da obra, descrição do material, número da ficha, local de uso onde o material será aplicado, número da especificação de referência utilizada para o recebimento do material, nome do fabricante ou fornecedor, quantidade recebida, data de entrega, número da nota fiscal, número de blocos quebrados no recebimento, número de blocos quebrados no transporte e nome do funcionário responsável pelo recebimento.

O campo ensaio/verificação deverá ser preenchido com os tipos de verificações e ensaios expeditos realizados, anotando-se os resultados obtidos e o atendimento dos critérios de aceitação da especificação de referência. Para os ensaios realizados em laboratório deve-se anexar os laudos na ficha de verificação. Em caso de não-conformidade, deve-se anotar no campo de observações as ações corretivas adotadas.

A aplicação das fichas de verificação pode ser realizada por técnicos da própria empresa ou através da contratação de técnicos especializados. A aceitação ou rejeição dos materiais se dá conforme estabelecido.

Num primeiro momento, a implantação dessa sistemática pode se mostrar onerosa, principalmente devido à necessidade de inspeção para realizar o controle da qualidade de recebimento. Nessa fase é importante racionalizar o controle, prevendo apenas as verificações das características consideradas essenciais e de simples avaliação. Entretanto, com o passar do tempo, a tendência é o estabelecimento de especificações cada vez mais precisas e a detecção, no mercado, de fornecedores melhor preparados.

3.2.2. Especificações técnicas de materiais

Nesta metodologia são propostas especificações com requisitos definidos e documentados, permitindo a livre comunicação entre compradores e fornecedores, reduzindo eventuais desentendimentos. Além disso, essas especificações de materiais permitirá uma comparação objetiva entre diferentes fornecedores de materiais similares, fundamentada não só no preço ou no prazo de entrega mas principalmente na conformidade dos produtos às normas.

Grande parte dos materiais de construção é regulamentado por especificações publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). São as normas do tipo Especificação Brasileira. Estas normas podem ser utilizadas diretamente pelas empresas do setor da construção civil, desde a fase de projeto até a compra dos materiais e o seu recebimento nos canteiros de obras.

Muitas empresas adotam por criar suas próprias especificações internas de materiais. Alguns fatores podem levar a esta decisão, tais como: algumas normas são muito detalhadas para o uso rotineiro na empresa, outras especificam os produtos por meio de características difíceis de serem verificadas na obra ou exigem avaliações sofisticadas e onerosas em produtos que a empresa pode não considerar essenciais.

Propõe-se a utilização de especificações sucintas, objetivas e claras, como a ilustrada no Quadro 2, abordando principalmente as características consideradas importantes para o uso e desempenho do material durante a execução da obra. Estabelecem também critérios para inspeção dos materiais quando de sua entrega na obra, permitindo sua aceitação e rejeição.

Quadro 2: Especificação de Materiais

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS	
Material:	Nº da Especificação:
Especificação:	
Formação de Lotes:	
Verificações e Ensaios de Recebimento:	
Critérios de Aceitação:	
Orientações para Armazenamento:	
Observações:	
Responsável:	Data:

Fonte: o próprio autor

Apresenta-se no Anexo 1 um modelo desta especificação preenchida, na qual constam os seguintes itens:

- Especificação para compra: preenchida com a descrição do material, suas dimensões, variedade de tipos e outros detalhes, incluindo dados das normas técnicas pertinentes e necessidades da própria empresa e de seus clientes;
- Formação de lotes no recebimento em obra: consta as informações relativas ao tamanho dos lotes e das amostras para análise;
- Verificações e ensaios de recebimento: contém a relação das verificações e dos ensaios a serem realizados na obra ou em laboratório, trazendo a descrição dos métodos a serem empregados em tais análises;
- Critérios de aceitação: descrição dos critérios a serem utilizados para a aceitação e rejeição dos lotes de material, considerando o tipo de inspeção realizada, o número de peças defeituosas encontradas e o nível de qualidade aceitável desejado pela empresas;
- Orientações para armazenamento: descrição da forma correta de estocagem e manuseio do material;
- Observações: preenchida com outras informações consideradas relevantes.

3.2.3. Controle da qualidade de recebimento

O controle da qualidade na construção vem sendo identificado com a fiscalização da obra e a realização de alguns ensaios de controle tecnológico de materiais. Deste modo propõe-se que o controle da qualidade perpassasse todo o processo de produção, exercendo o controle das atividades desenvolvidas em todas as etapas. Na medida em que as etapas do processo de produção sejam devidamente normatizadas e seus respectivos produtos e atividades estejam especificados e padronizados, será possível estabelecer itens de controle para cada produto e atividade.

A abordagem ampla do controle da qualidade faz com que todos os intervenientes no processo de produção ora exerçam o controle de produção, ora exerçam o controle de recebimento, pois todos são ao mesmo tempo produtores e consumidores, fornecedores e clientes.

A elaboração de especificações discriminando as características e os limites de tolerância que os materiais devem cumprir é condição necessária, porém não suficiente, para garantir a qualidade na aquisição. É preciso verificar se o material

entregue na obra está realmente de acordo com o pedido de compra. Portanto, é fundamental realizar na obra o controle.

Faz-se necessário antes da chegada dos materiais, assegurar-se que as ferramentas, calibres, medidores, instrumentos e equipamentos necessários estejam disponíveis e aferidos/calibrados corretamente, além de pessoal adequadamente treinado no local de recebimento.

Através do controle de recebimento procura-se comprovar a conformidade do produto entregue com a especificação, sendo este executado por quem recebe o material cerâmico.

Propõe-se que os ensaios e verificações laboratoriais deverão ser delegados a um laboratório especializado, contratado especificamente para tal fim.

3.3. Plano de Amostragem

Para o procedimento do controle de recebimento dos materiais e de suas verificações, propõe-se estabelecer um plano de amostragem baseado na inspeção por amostragem adotadas pelas normas, com o objetivo de minimizar os riscos de erros e os custos de inspeção.

3.3.1. Inspeção por amostragem

Verifica-se a qualidade das unidades que compõem a amostra e, em função do número de unidades defeituosas encontradas, decide-se aceitar ou rejeitar o lote inteiro. Assim sendo, o risco de o comprador aceitar um lote ruim, ou de o fornecedor ter rejeitado um lote bom é calculável.

Para a operacionalização da inspeção por amostragem no controle de recebimento deverá ser estabelecido o plano de amostragem, com a definição dos seguintes pontos:

- Lote de inspeção: quantidade definida de unidades de produto produzidas sob condições uniformes, a ser amostrada para verificação de conformidade.
- Amostra: número de unidades de produto a serem retiradas do lote para fins de verificação e fornecimento de informações sobre a qualidade do lote inteiro.

- Número de aceitação: número máximo permitido de unidades defeituosas na amostra com a finalidade de se aceitar um lote.
- Número de rejeição: número mínimo de unidades defeituosas na amostra com o fim de se rejeitar um lote.

3.3.2. Inspeções

Cada caminhão entregue na obra deverá ser considerado um lote para fins de inspeção. A inspeção procede-se em local determinado pelas partes para a completa verificação dos materiais. Deverão ser realizadas inspeções periódicas com a finalidade de coletar amostras para se efetuarem as verificações recomendadas pelas especificações.

A inspeção deverá ser realizada em blocos cerâmicos comuns retangulares, vazados, sem função estrutural.

Para a realização das inspeções deverá ser seguido os seguintes procedimentos:

- Ensaios de recebimento na obra: inspeção geral e inspeção por medição direta;
- Ensaios de Laboratório: características geométricas, físicas e mecânicas;
- Coleta da perda de materiais no canteiro de obras.

3.3.3. Ensaios de recebimento na obra

3.3.3.1. Inspeção geral

De acordo com a NBR 7171 (1992), a inspeção geral, que verifica as características visuais dos blocos, deverá ser realizada no lote por inteiro, devendo ocorrer a substituição das peças consideradas defeituosas.

Um fator que dificulta este tipo de inspeção é em função da disposição das pilhas no local de estocagem, o que praticamente impede o acesso visual aos blocos situados no seu interior.

Neste caso, a partir de acordo entre as partes, propõe-se transformar a inspeção em dupla amostragem, conforme referida no Anexo 2. Neste caso, se houver a reprovação do lote, o fornecedor poderá solicitar a inspeção geral com a reposição dos blocos defeituosos.

O desvio em relação ao esquadro e à planeza dos blocos, deverão também ser verificados por dupla amostragem.

As exigências quanto ao desvio em relação ao esquadro e planeza dos blocos deverão ser determinadas de acordo com o método de ensaio constante na NBR 7171, este ensaio visa medir o desvio em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do bloco e também determinar a planeza das faces destinadas ao revestimento. A tolerância máxima de fabricação para este tipo de bloco é de 3 mm. Rejeitar o lote caso sejam encontrados 7 ou mais blocos defeituosos entre os 26 verificados. Encontrando-se até 6 peças defeituosas, aceitar o lote.

3.3.4. Ensaaios de laboratório

3.3.4.1. Características geométricas

As exigências quanto às características geométricas (formas e dimensões nominais), deverão ser verificadas por dupla amostragem, sendo o número de amostras conforme o indicado no Anexo 2.

As características geométricas deverão ser determinadas de acordo com o método de ensaio constante na NBR 8042, este ensaio visa a padronização das formas e dimensões de blocos cerâmicos a serem utilizados em alvenaria com ou sem revestimento. As dimensões dos blocos deverão ser analisadas conforme a média obtida das dimensões dos 24 blocos medidos, não podendo ultrapassar as tolerâncias máximas, apresentadas no Anexo 3, em relação as dimensões nominais dos blocos de vedação comum apresentadas no Anexo 4.

3.3.4.2. Características físicas e mecânicas

A resistência à compressão e a absorção de água deverão ser verificadas por dupla amostragem, sendo o número de amostras indicado no Anexo 2, utilizando-se as mesmas amostras dos ensaios anteriores. A inspeção por ensaio deverá ser efetuada apenas após a aprovação do lote na inspeção geral. Cada bloco da amostra deverá ser ensaiado.

A resistência à compressão do bloco deverá ser determinada de acordo com o método de ensaio constante na NBR 6461, esta norma verifica a resistência a compressão dos blocos. A resistência à compressão mínima dos blocos na área bruta, deverá atender aos valores apresentados no Anexo 5.

A absorção de água deverá ser determinada de acordo com o método de ensaio constante na NBR 8947, esta norma verifica a absorção de água do bloco. A absorção de água não deve ser inferior a 8% nem superior a 25%.

3.4. Coleta de dados

A coleta de informações segundo Oliveira (1996), é entendida como sendo “um processo que permite a obtenção de dados que, através de uma análise específica, fornecem bases factuais para tomada de decisão”.

Através desta definição verifica-se que se a coleta de dados não for realizada corretamente, corre-se o risco de se comprometer toda a análise dos resultados. Logo, a formulação dos instrumentos de coleta de dados deve estar em conformidade com as necessidades ou objetivos da medição.

Propõe-se que a coleta de dados deverá seguir as seguintes diretrizes:

- coleta rápida e dinâmica de informações: priorizar ao máximo o preenchimento das fichas de verificações no escritório, deixando para canteiro de obras somente aquelas informações passíveis de serem obtidas apenas no âmbito do mesmo;
- existência de procedimentos claros e objetivos: definição dos critérios para a realização da coleta. Estes procedimentos deverão estar acessíveis aos coletores de dados no ato da medição;
- estruturação dos instrumentos de coleta de dados: divisão de acordo com a medição ou informação a ser obtida.

CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DO MODELO

4.1. Introdução

Os blocos e as telhas cerâmicas, representam os principais produtos das Cerâmicas e Olarias que trabalham com esta atividade na região Sul do Estado de Santa Catarina. A atividade de produção de produtos de cerâmica vermelha tem grande importância para a região e, constitui-se na principal atividade econômica de municípios sulinos, como Sangão, Morro da Fumaça e outros. O valor da produção total de cerâmica vermelha representa mais de 80% desta atividade (MAFRA, 1999).

Segundo dados coletados no SINDUSCON – Tubarão, tem-se onze construtoras e vinte e duas cerâmicas apenas nessa região, que vai de Sangão até Braço do Norte. Esta relação está apresentada nos Anexos 6 e 7. Dessas vinte e duas cerâmicas tem-se treze que fabricam blocos cerâmicos.

Assim sendo, deu-se origem a esta proposta metodológica, pois se tem uma grande concentração de cerâmicas e construtoras nesta região.

Conforme informações dadas por esse sindicato, este número não representa a amostra total de construtoras e cerâmicas, apenas apresenta o número das empresas que estão filiadas a este órgão.

A metodologia proposta foi realizada através de uma aplicação prática em uma obra com fins residenciais de uma empresa construtora do setor de edificações.

Esta empresa possui sua sede na cidade de Tubarão. Atua na região sul do estado de Santa Catarina, prestando serviços na área da construção civil, em plena atividade nestes doze anos, construindo sempre com seriedade e qualidade. Em parceria com seus colaboradores, neste período construiu treze edifícios residenciais, diversas obras públicas e obras industriais, comerciais e habitacionais.

Através de pesquisas de mercado, está voltada para desenvolver projetos, que satisfaça as necessidades habitacionais do consumidor da região, buscando a harmonia dos projetos e redução de custos.

A escolha dessa empresa ocorreu devido a mesma ser uma empresa sólida, merecendo destaque entre as construtoras da região, pois neste período de existência no mercado, sempre cumpriu seus compromissos, tanto nas questões de prazo como nas de qualidade. Outro fator levado em consideração, foi que a

empresa trabalha com um fornecedor que cumpre rigorosamente seu prazo de entrega facilitando a coleta de dados.

A seguir serão apresentados os procedimentos e resultados de inspeções realizadas no canteiro de estocagem da Construtora, no qual foram identificadas amostras de três tipos de blocos, sendo: Amostra 01 (blocos de 8 furos), Amostra 02 (blocos de 9 furos) e Amostra 03 (blocos de 6 furos).

4.2. Registros da Qualidade dos Materiais Adquiridos

Como já foi explicado no capítulo anterior, a operacionalização da qualidade na aquisição exige que as informações referentes à especificação de materiais e o controle de recebimento dos materiais em obra estejam formalmente documentadas e disponíveis em formulários simples e de fácil manuseio.

Os registros da qualidade deverão ser anotados nos formulários específicos, neste caso as fichas de verificações, denotando que o controle de recebimento foi realmente realizado, de acordo com os critérios contidos nas especificações técnicas de materiais. Esses registros deverão ser mantidos a fim de assegurar a disponibilidade de dados históricos que permitam avaliar o desempenho do fornecedor e tendências da qualidade.

4.3. Ensaios de Recebimento na Obra

Foram realizados ensaios em 78 unidades de blocos, sendo 26 unidades para cada tipo de bloco cerâmico, separados em 3 amostras. Amostra 01 – bloco de 8 furos, Amostra 02 – blocos de 9 furos, Amostra 03 – blocos de 6 furos.

4.3.1. Inspeção geral

4.3.1.1. Características visuais

Os blocos para alvenaria de vedação segundo a NBR 7171, não devem apresentar defeitos sistemáticos tais como trincas, quebras, desuniformidade da cor, superfícies irregulares ou deformações que impeçam seu emprego na função especificada.

Na análise realizada no canteiro de obras em uma amostra de 26 blocos para cada tipo de bloco, observou-se que alguns blocos apresentaram trincas, quebras e superfícies irregulares e foram reprovados, com isso foi realizada a substituição dos mesmos, pois o fornecedor a cada carga entregue traz blocos em maior quantidade do que a solicitada para que ocorra a substituição dos blocos no próprio canteiro de obras.

4.3.1.2. Desvio em relação ao esquadro

Foram medidos os desvios em relação ao esquadro entre as faces destinadas ao assentamento e ao revestimento do bloco, empregando-se um esquadro metálico de $(90 \pm 0,5)^\circ$ e uma régua metálica com graduação de 1 mm.

Analizou-se duas amostragens de 13 blocos para cada tipo, sendo que as 3 amostras obtiveram aprovação, pois o número de rejeição foi inferior ao número de aceitação estipulado pela Normalização.

4.3.1.3. Planeza das faces

A planeza das faces destinadas ao revestimento foram determinada através da flecha na região central de sua diagonal, empregando-se uma régua metálica com graduação de 1 mm.

Todas as amostras obtiveram aprovação, sendo realizadas duas amostragens de 13 blocos pra cada tipo. O número de rejeição foi inferior ao número de aceitação estipulado pela Normalização.

4.4. Ensaios de Laboratório

4.4.1. Características geométricas

4.4.1.1. Forma

Os blocos de vedação comum devem possuir a forma de um paralelepípedo retangular, entendendo-se por largura (L), altura (H) e comprimento (C) desse paralelepípedo o seguinte:

Largura (L): a dimensão da menor aresta da face perpendicular aos furos.

Altura (H): a dimensão da maior aresta da face perpendicular aos furos.

Comprimento (C): a dimensão da aresta paralela ao eixo dos furos.

As seções internas dos blocos devem ser obrigatoriamente retangulares, podendo apresentar variação no número de furos.

4.4.1.2. Dimensões nominais

Para determinação das dimensões foram colocados 24 (vinte e quatro) blocos em fila, no sentido do comprimento e mediu-se com auxílio de uma trena metálica (aproximação de 2 mm). O valor medido foi dividido por 24 para obter a dimensão real do comprimento dos blocos.

Idêntico processo utilizou-se para determinar a dimensão real da largura e da altura, sendo as filas organizadas no sentido de uma ou de outra dessas dimensões.

As dimensões reais dos blocos são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Dimensão Real dos Blocos (cm)

Amostra	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
01	12,10	20,90	25,10
02	11,90	13,90	24,10
03	8,30	11,80	17,20

Fonte: o próprio autor

Após a realização da medição dos blocos, foram comparados os valores das dimensões reais (tabela 1) com as dimensões nominais (anexo 4), obtendo-se as seguintes diferenças de medidas que são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2 – Diferenças das medidas obtidas (mm)

Amostra	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
01	6,0	19,0	11,0
02	4,0	- 1,0	1,0
03	- 7,0	- 22,0	- 18,0

Fonte: o próprio autor

Desta forma constatou-se que todas as 3 amostras estavam reprovadas, apresentando dimensões que não obedecem aos padrões normalizados pela NBR 7171 – anexo 3, considerando que a tolerância máxima de fabricação para os blocos é de 3 mm.

Houve uma grande variabilidade nas dimensões, o que reflete no próprio uso do produto. A diferença nas dimensões dificulta o alinhamento das juntas.

A garantia do sucesso da modulação da alvenaria está condicionada, entre outros fatores, às dimensões reais dos elementos de vedação, evitando-se assim, a necessidade de corte dos mesmos.

O tamanho, a forma e a homogeneidade dos blocos são muito importantes na resistência à compressão da alvenaria. Quanto maior a altura do bloco em relação à espessura da junta, maior a resistência da parede. O bloco deve ainda ter as dimensões o mais homogêneas possível e suas superfícies devem ser planas e sem fissuras. Com isso, evita-se a concentração de tensões nas juntas que possam ocasionar a ruptura da parede.

4.4.2. Características físicas e mecânicas:

As características físicas e mecânicas foram realizadas por dupla amostragem, sendo cada amostragem composta de 13 blocos para cada tipo de bloco. Foram utilizadas as mesmas amostras dos ensaios anteriores.

4.4.2.1. Absorção de água

Para fins de ensaio foi considerado corpo-de-prova um bloco cerâmico e foram adotados os seguintes procedimentos para determinação da absorção de água:

1. Retirada do pó e de outras partículas soltas do corpo-de-prova;
2. Secagem do corpo-de-prova em estufa a $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ até massa constante e pesagem com aproximação de 1 g. Obtendo-se assim a massa seca do bloco, M_S , em gramas;
3. Imersão do corpo-de-prova em um recipiente com água fervente durante 2 horas e deixa-se esfriar até a temperatura ambiente, mantendo-o sempre coberto pela água;
4. Retirada, por meio de um pano úmido, do excesso de água da superfície do corpo-de-prova e mede-se sua massa com aproximação de 1 g. Obtendo-se assim a massa do bloco em estado saturado de água, M_H , em gramas.

A absorção de água, AA, expressa porcentualmente, é o quociente entre a massa de água absorvida pelo corpo-de-prova saturado de água e a massa seca do bloco. Calculou-se, em porcentagem, pela fórmula:

$$AA(\%) = \left(\frac{M_H - M_S}{M_S} \right) \times 100$$

onde: AA = absorção de água
 M_H = massa do bloco em estado saturado de água
 M_S = massa seca do bloco

Os resultados obtidos neste ensaio estão apresentados no Anexo 8.

A taxa de absorção nas 3 amostras, conforme mostrado na tabela 3, apresentou variabilidade, estando com os valores máximo e mínimo dentro dos padrões recomendados pelas normas brasileiras, que estabelecem os limites de 8 a 25% para a absorção de blocos cerâmicos.

Tabela 3 – Valores Máximos e Mínimos da Absorção de Água (%)

Amostra	Absorção Máxima	Absorção Mínima
01	18,75	14,52
02	21,09	12,44
03	19,51	15,04

Fonte: o próprio autor

A absorção de água tem influência na permeabilidade da parede. Quanto maior for o índice de absorção, mais permeável é a parede. A partir daí conclui-se que a porosidade do material influencia também na resistência à compressão do mesmo, já que, a resistência tende a diminuir com o aumento da absorção. Em caso contrário, se o índice de absorção for menor, tem-se dificuldade para a aderência das argamassas.

Para os blocos com alto índice de absorção, é aconselhável que sejam molhados antes de sua utilização.

Na obra visitada, os blocos raramente são molhados ou mesmo umedecidos antes do assentamento. Os construtores consideram a molhagem uma tarefa trabalhosa e desnecessária.

O desconhecimento dos problemas patológicos que poderão surgir, faz com que a molhagem dos blocos seja considerada dispensável. A molhagem do material vai evitar que a argamassa perca sua plasticidade durante o assentamento.

4.4.2.2. Resistência à compressão

Para a regularização das faces primeiramente cobriu-se com pasta de cimento uma superfície impermeável com uma folha de papel umedecida. Aplicou-se a face destinada ao assentamento sobre essa pasta, exercendo sobre o bloco uma pressão manual suficiente para reduzir a espessura da camada a cerca de 2 a 3 mm. Logo que a pasta estava endurecida, retirou-se com espátula as rebarbas existentes. Passou-se em seguida à regularização da face oposta seguindo o mesmo processo.

A regularização das faces tem como objetivo fazer com que toda a seção sofra os esforços exercidos pela prensa no momento do rompimento, representando assim a mesma situação à que estão submetidos os blocos na alvenaria.

Após o endurecimento das camadas da pasta os corpos-de-prova foram numerados e imergidos em água durante 24 h;

Pouco antes do ensaio os corpos-de-prova foram retirados da água e enxugados superficialmente.

Logo após foram medidas as dimensões das faces de trabalho, com aproximação de ± 1 mm.

Com isso, procedeu-se ao ensaio de compressão numa prensa elevando-se a carga progressivamente até a ruptura da amostra.

A tensão de ruptura para cada corpo-de-prova é expressa em MPa, obteve-se dividindo a carga máxima, observada durante o ensaio, pela média das áreas brutas das duas faces de trabalho.

Os resultados obtidos neste ensaio estão apresentados no Anexo 9.

Em relação a resistência à compressão todas as 3 amostras foram reprovadas. Apresentaram resultados inferiores aos limites mínimos exigidos pela normalização (< 1 MPa). Além disso, apresentam variação entre os valores encontrados. Embora os blocos sejam usados apenas com função de vedação, uma baixa resistência à compressão, indica material de baixa qualidade e sujeito a grande número de quebras no transporte e manipulação.

Tabela 4 – Valores Máximos e Mínimos da Resistência à Compressão (MPa)

Amostra	Resistência à Compressão Máxima	Resistência à Compressão Mínima
01	0,67	0,16
02	0,60	0,17
03	0,68	0,17

Fonte: o próprio autor

A resistência à compressão do bloco é uma característica importante na resistência à compressão das paredes de alvenaria.

O corte do material cerâmico, geralmente é realizado pelos pedreiros. Como o material é muito frágil e quebra facilmente, este trabalho requer muito cuidado. Grande parte dos construtores evita cortar o material para diminuir o desperdício.

4.5. Critérios de Aceitação e Rejeição

Os blocos que forem rejeitados na inspeção geral deverão ser retirados do lote, e o fornecedor deverá substituí-los.

Na inspeção por medição direta quanto às dimensões nominais, o lote deverá ser aceito se a dimensão encontrada atender às condições dos Anexos 3 e 4.

Na inspeção por ensaios e por medição direta quanto ao desvio em relação ao esquadro e à planeza, o lote poderá ser aceito na primeira ou na segunda amostragem, de acordo com o indicado no Anexo 10.

Para que o lote seja aceito na primeira amostragem, será necessário que o número de unidades defeituosas seja igual ou inferior ao número de aceitação estabelecido no Anexo 10.

O lote será rejeitado na primeira amostragem, se o número de unidades defeituosas for igual ou superior ao número de rejeição.

O lote deverá passar para a segunda amostragem, se o número de unidades defeituosas for superior ao número de aceitação e inferior ao número de rejeição.

Para que o lote seja aceito na segunda amostragem, será necessário que a soma das unidades defeituosas da primeira e da segunda amostragem seja inferior ou igual ao número de aceitação indicado no Anexo 10.

4.6. Verificação do Impacto da Qualidade do Material Recebido na Obra

Após a verificação da qualidade dos blocos cerâmicos adquiridos pela Construtora, foi realizado um levantamento referente ao desperdício gerado por este no canteiro de obras. Este foi realizado em uma edificação residencial com 08 pavimentos tipo, sendo 04 apartamentos por andar, 01 loja e sobre loja dando um total de 10 pavimentos. A área total construída desta edificação é de 4149,88 m². Os blocos cerâmicos utilizados pela Construtora possuíam apenas a função de vedação.

Segundo informações coletadas com funcionários e técnicos da empresa, a qualidade dos blocos cerâmicos não era satisfatória.

Pode-se comprovar a baixa qualidade dos blocos através da grande variação das dimensões e da fragilidade ao simples manuseio.

Em algumas ocasiões, chegaram blocos danificados, mas o fornecedor sempre trazia uma quantidade maior de blocos para compensar esta perda.

A empresa em estudo costuma utilizar $\frac{1}{2}$ blocos na execução da alvenaria e quando o mesmo falta é realizado o corte de blocos inteiros. Verificou-se que os cortes eram feitos com serra elétrica ou com a colher, mas sempre sendo executados com bastante cuidado, reduzindo as possibilidades de perdas durante tal operação e a utilização da outra metade do bloco.

Para facilitar o descarregamento do material, a estocagem era feita próxima a entrada principal do canteiro, esta sendo com base plana e protegida contra as chuvas e a umidade do solo.

Observou-se na obra que o local de descarregamento é o de estocagem, o que evita duplo manuseio. O transporte horizontal, do estoque para o guincho ou elevador de obra foi feito através de carrinho específico, com laterais, o que evita quebra e o transporte vertical para os postos de serviço foi feito através de guinchos ou elevadores de obra. Vale salientar que os procedimentos adotados para o transporte tanto horizontal quanto vertical impediu a ocorrência de eventuais perdas.

A altura máxima da pilha era inferior a 1,5 m e cada pilha era constituída pelo mesmo tipo de componente (material e dimensões).

O levantamento quantitativo do desperdício dos blocos no canteiro de obras foi realizado desde a etapa do descarregamento do caminhão, transporte do material até o local de estocagem e a utilização dos blocos pelo pedreiro, objetivando a identificação da incidência de problemas e das perdas que o produto a ser controlado apresentava, não sendo suficiente apenas classifica-lo em defeituoso ou não defeituoso.

Este levantamento durou 2 meses, foram comprados aproximadamente um total de 96 mil blocos, sendo adquiridos 12 mil blocos por semana, divididos em 3 entregas de 4 mil blocos.

No descarregamento do caminhão até a estocagem foram quebrados em média 10 blocos por carga e no transporte interno foram quebrados em média 30 blocos, com esses dados pode-se verificar que são quebrados por semana 120 blocos dando um total de 540 blocos por mês, estimando este valor para os 2 meses temos 1080 blocos quebrados, quase $\frac{1}{4}$ de uma carga de 4 mil blocos.

Observou-se, através deste levantamento, que se pode reduzir os desperdícios verificados no fornecimento dos blocos e aumentar o controle sobre o material adquirido se as unidades fossem recebidas devidamente empacotadas (paletizadas).

4.7. Análise dos Resultados Obtidos

No caso das amostras analisadas neste trabalho, ficou evidente que a resistência à compressão, é uma das variáveis de maior problema, já que os valores estão abaixo das recomendações das normas técnicas. Desta forma, sugere-se que esta característica mecânica seja uma das primeiras a ser melhorada, fazendo-se um levantamento dos problemas que estão causando essa baixa resistência do produto.

Outro ponto detectado refere-se à falta de padronização dimensional dos blocos. Este fato está relacionado com a necessidade de regularização da produção de blocos em atendimento às normas da ABNT.

A principal condição para a compra do material é o preço unitário. A qualidade raramente é levada em consideração. A quantidade de blocos por metro quadrado também não é considerada.

Geralmente, as dimensões dos blocos não obedecem as normas. Existem as mais diversas dimensões, entre os mesmos tipos de material, dificultando o próprio uso do produto. Esta falta de controle em relação às dimensões, decorre principalmente devido a redução voluntária do tamanho dos blocos, à falta de conhecimento da existência de padrões e da não exigência por parte do mercado consumidor.

Como o mercado consumidor mostra-se interessado em adquirir produtos cerâmicos de baixo custo, o fabricante reduz, voluntariamente, o tamanho e a qualidade dos produtos, a fim de reduzir os preços. Os preços dos blocos menores são inferiores aos de maiores dimensões.

Embora os blocos de maiores dimensões tenham como vantagem o menor consumo de argamassa e redução no emprego da mão-de-obra, o mercado consumidor ainda prefere os de menores dimensões, por causa dos preços.

Em relação às obras, sabemos que o processo da construção consiste, basicamente, na união de grande quantidade e variedade de materiais e

componentes. Isto significa ser necessário um profundo conhecimento dos materiais disponíveis e das aspirações e necessidade dos usuários, para que se possa obter resultados satisfatórios. No caso dos blocos cerâmicos, analisando-se as aspirações e necessidades do usuário pode-se obter a otimização do material disponível.

Não se pode afirmar que os procedimentos verificados nesta pesquisa sejam plenamente representativos da população de empresas da construção civil. Sabe-se que existe uma grande parcela de empresas que já estão engajadas em programas de melhoria de qualidade e de produtividade. Observou-se durante a pesquisa, que existem diversas melhorias relativamente simples que poderiam ser adotadas nos canteiros de obra, resultando em reduções de perdas e aumento da produtividade.

5. CONCLUSÕES

5.1. Conclusões

A preocupação quanto ao uso excessivo de materiais e componentes em obras de construção de edifícios faz parte dos debates quanto a este segmento industrial há muito tempo. O real conhecimento da situação vigente e a proposta de caminhos para melhorar o desempenho do setor quanto ao eventual desperdício existente torna-se uma necessidade no contexto atual da competição entre as empresas e de crescentes exigências por parte dos consumidores de obras de edifícios.

Tendo em vista as características físicas e mecânicas analisadas, verifica-se que os blocos produzidos, atualmente, não apresentam a qualidade necessária para atenderem as exigências de racionalização e aumento de produtividade, que, nesse momento, a construção civil procura obter. Além disso, a boa comercialização do produto e a pouca exigência do consumidor, não motiva o fabricante a melhorar a qualidade.

A variedade dos produtos é muito elevada pelas próprias exigências do mercado consumidor, às quais deve-se ainda adicionar uma gama inumerável de variações quanto às dimensões dos mesmos, conseqüência da falta de padronização.

A adoção da prática do controle de recebimento permite que se identifique no mercado fornecedores melhor preparados, contribuindo para o fortalecimento das relações fornecedor-construtora. Isso, no futuro, poderá gerar acordos mais flexíveis em relação a preços, prazos de entrega e garantia da qualidade, diminuindo a necessidade de inspeções detalhadas para controle de recebimento e, conseqüentemente, reduzindo os custos de controle para as empresas construtoras.

A busca pela redução dos custos de produção como forma de sobrevivência num mercado cada vez mais competitivo se constitui num aspecto fundamental na gestão das empresas. Oferecer produtos com qualidade e a um custo reduzido é um desafio que passa necessariamente pelo conhecimento do uso dos recursos físicos utilizados no processo de produção.

Este conhecimento demanda ferramentas que possibilitem a identificação de em quais partes do processo há uma ineficiência no uso de tais recursos, assim como a mensuração desta ineficiência.

Neste sentido, o desenvolvimento de uma metodologia minuciosa que contemple estes anseios é de suma importância, principalmente no setor da construção civil.

Como pontos positivos desta pesquisa, destacam-se a seriedade e a preocupação com a padronização da coleta, processamento e análise dos resultados, dando respaldo ao trabalho efetuado no canteiro de obras, subsidiando assim, discussões mais sólidas sobre a questão das perdas de materiais nos canteiros de obras no meio acadêmico e técnico.

No entanto, muito do sucesso da aplicação da pesquisa está condicionado ao comprometimento da empresa em querer conhecer a qualidade do material e as perdas geradas dentro do canteiro de obras, participando de todas as etapas da aplicação da mesma.

Os resultados desta pesquisa demonstraram que a inspeção da qualidade no recebimento de materiais é de extrema importância. Nota-se que existe nesta questão um potencial forte de melhorias para a redução de custos envolvidos na construção de edificações.

As construtoras brasileiras necessitam conscientizar-se de que ter qualidade é uma exigência cada vez mais crescente nos mercados nacionais e internacionais. É preciso que haja obediência às normas técnicas e racionalização nas empresas.

5.2. Sugestões para Trabalhos Futuros

Trabalhos de pesquisa que poderão ser realizados a partir deste:

- Trabalho de divulgação das normas técnicas, juntamente com as construtoras, produtores e profissionais da área de construção civil, com o objetivo de estimular a prática do uso das mesmas;
- Levantamento e estudo dos problemas patológicos causados pela falta de qualidade dos materiais cerâmicos;
- Estudo comparativo da qualidade dos materiais cerâmicos produzidos na região;
- Aplicação do modelo proposto para outros materiais adquiridos pela construtora, desde que as alterações sejam consideradas na implementação e avaliações de resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6461**: Bloco Cerâmico para Alvenaria – Verificação da Resistência à Compressão. Jun/1983.

_____. **NBR 7171**: Bloco Cerâmico para Alvenaria – Especificação. Nov/1992.

_____. **NBR 8042**: Bloco Cerâmico para Alvenaria – Formas e Dimensões. Nov/1992.

_____. **NBR 8947**: Telha Cerâmica – Determinação da Massa e da Absorção de Água. Jul/1985.

_____. **NB – 9004, ISO 9004**. Gestão da Qualidade e Elementos do Sistema da Qualidade – Diretrizes. Rio de Janeiro, 1990.

CARVALHO FILHO, Arnaldo Cardim., GEHRING, Julio Guilherme. **Certificação de Conformidade dos Produtos Cerâmicos no Estado de Pernambuco – Resultados Iniciais**. 5 th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994. p. 574 a 583.

DAFICO, Dario de Araújo. **Programa Goiano de Qualidade e Produtividade na Indústria da Construção Civil**. 5 th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994. p. 549 a 554.

DE CESARE, C. M., FORMOSO, C. T. **Movimentação e Desperdício de Materiais nas Alvenarias Convencionais**. 5 th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994. p. 481 a 490.

Diagnóstico do Setor de Cerâmica Vermelha em Santa Catarina. Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado da Energia Ciência e Tecnologia. Florianópolis, 1990.

FONSECA, Jorge H. et al. **Manual para a produção de Cerâmica Vermelha**. Apoio às micro-empresas do Sul de Santa Catarina. SEBRAE. FEESC. UFSC, 1998.

FREITAS, E. N. G. O. **O desperdício na construção civil: caminhos para sua redução**. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ANTAC. Rio de Janeiro, 1995.

GEHRING, Julio Guilherme. **Considerações sobre a Qualidade na Construção Civil**. Seminário Regional de Engenharia Civil. Recife, 1990. p. 182 a 187.

HIRSCHFELD, Henrique. **A Construção Civil e a Qualidade: informações e recomendações para Engenheiros, Arquitetos, Gerenciadores, Empresários e Colaboradores que atuam na Construção Civil**. São Paulo, Atlas, 1996.

LEUSIN, Sérgio. **Existe inovação nas edificações?** XVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais. Piracicaba, São Paulo: UNIMEP/ABEPRO, 1996.

MAFRA, A. T. **Proposta de Indicadores de Desempenho para a Indústria de Cerâmica Vermelha**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1999.

Melhorias de Qualidade e Produtividade: Iniciativas das empresas de construção civil. Lisiane Salermo Scardoelli ... [et al]. Vol. 2. Série SEBRAE Construção Civil. Porto Alegre: Programa da Qualidade e Produtividade da Construção Civil no Rio Grande do Sul, SEBRAE/RS, 1994.

OLIVEIRA, Sônia Medeiros., ROMAN, Humberto Ramos. **Avaliação e uso de Blocos Cerâmicos nos Estados da Bahia e Santa Catarina**. 5th International Seminar on Structural Masonry for Developing Countries. Florianópolis, 1994. p. 453 a 461.

PICCHI, Flávio Augusto. **Sistema da Qualidade na Construção de Edifícios – um exemplo na área de estruturas**. Seminário Regional de Engenharia Civil. Recife, 1990. p. 189 a 203.

_____. **Sistemas da Qualidade: uso em Empresas de Construção de Edifícios.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

PIRES SOBRINHO, Carlos Welligton de A., BASTOS, Antônio Carlos Batista. **Inspeção da Qualidade em Blocos Cerâmicos para Alvenaria.** Seminário Regional de Engenharia Civil. Recife, 1990. p. 218 a 224.

REIS, Palmyra F., MELHADO, Silvio B. **A Influência do atual relacionamento entre as Empresas Construtoras e seus fornecedores de materiais e componentes sobre a qualidade do processo construtivo.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Vol. 2. Florianópolis, UFSC, 1998. p. 611 a 618.

ROMAN, Humberto R., GLEIZE, Philippe J. P. **Possibilidades de Utilização de Resíduos pela Indústria Cerâmica.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Vol. 1. Florianópolis, UFSC, 1998. p. 893 a 897.

SOUZA, Roberto de., MEKBKIAN, Geraldo. **Qualidade na Aquisição de Materiais e Execução de Obras.** CTE – Centro de Tecnologia de Edificações, SEBRAE, SINDUSCON. São Paulo, PINI, 1996.

BIBLIOGRAFIA

ABIKO, Alex Kenya. **Utilização de Cerâmica Vermelha na Construção Civil.** Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

AGOPYAN, Vahan. **Estudos dos Materiais de Construção Civil – materiais alternativos.** Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Coletânea de Normas de Sistemas da Qualidade.** Fórum Nacional de Normalização. 2ª ed. Rio de Janeiro, ABNT, 1992.

_____. **NBR 5426.** Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos. Dez/1977.

_____. **NB 9003, ISO 9003.** Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em inspeção e ensaios finais. Rio de Janeiro, 1990.

COSTA, Adriano L., FORMOSO, Carlos T. **Perdas na Construção Civil – Uma proposta conceitual e ferramentas para prevenção.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Vol. 2. Florianópolis, UFSC, 1998. p. 1 a 7.

FILHO MITIDIERI, Cláudio Vicente., IOSHIMOTO, Eduardo. **Controle da Qualidade de telhas e blocos cerâmicos.** Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

FLAUZINO, Wanderley Dias. **Durabilidade de materiais e componentes das edificações.** Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

GUEDES, Milber Fernandes. **Caderno de Encargos.** 3ª ed. Atualizada. São Paulo, PINI, 1994.

ISATTO, Eduardo L., FORMOSO, Carlos T. **A nova filosofia de produção e a redução de perdas na Construção Civil.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Vol. 2. Florianópolis, UFSC, 1998. p. 241 a 249.

MATTOS, Deborah Martinez de. **Normalização Brasileira de telhas cerâmicas: estágio atual.** Tecnologia de Edificações. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Divisão de Edificações do IPT. São Paulo, PINI, 1988.

OLIVEIRA, Sônia Medeiros de. **Avaliação dos blocos e tijolos cerâmicos do Estado de Santa Catarina.** Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, UFSC, 1993.

PETRUS, Claudia Rita F. J. Souto. **Diagnóstico da Qualidade, utilização de ferramentas estatísticas e modelo de relacionamento com fornecedores em uma indústria cerâmica.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1994.

Sistema de Gestão da Qualidade para Empresas Construtoras. CTE – Centro de Tecnologia de Edificações. SINDUSCON. São Paulo, 1994.

Sistema de Indicadores de Qualidade e Produtividade para a Construção Civil: Manual de utilização. Mirian Oliveira ... [et al]. Vol. 3, 2ª ed. Rev. Série SEBRAE Construção Civil. Porto Alegre: Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Rio Grande do Sul – SEBRAE/RS, 1995.

SOARES, Carlos A. P., COSENZA, Orlando N. **O Sistema de Gestão como fator de produtividade para a Construção Civil.** VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Qualidade no Processo Construtivo. Vol. 2. Florianópolis, UFSC, 1998. p. 133 a 140.

TONTINI, Gerson. **Sistema Integrado de Qualidade – IQS. Aplicação e análise em processos de fabricação.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, Fev/1991.

VILLAR, Vladilen dos Santos. **Perfil e perspectivas da indústria de cerâmica vermelha do Sul de Santa Catarina.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia de Produção. Florianópolis, UFSC. Jun/1988.

ANEXOS

ANEXO 1 – Modelo da Especificação de Materiais

ESPECIFICAÇÃO DE MATERIAIS	
Material: Bloco Cerâmico para Alvenaria de vedação	Nº da Especificação: 001
Especificação: Os blocos cerâmicos para alvenaria de vedação devem atender à norma NBR 7171, não devendo apresentar defeitos sistemáticos, tais como trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não uniformidade de cor.	
Formação de Lotes: Cada caminhão entregue na obra será considerado um lote para fins de inspeção. A verificação das características visuais deverá ser realizada inspecionando-se vinte e seis blocos coletados aleatoriamente de cada caminhão.	
Verificações e Ensaio de Recebimento: A verificação de trincas, quebras, superfícies irregulares, deformações e não-conformidade de cor deverá ser realizada visualmente, inspecionando-se a amostra de vinte e seis blocos.	
Critérios de Aceitação: Rejeitar os blocos que apresentarem defeitos visuais no ato da descarga.	
Orientações para Armazenamento: Os blocos deverão ser armazenados em pilhas não superiores a 1,5 m e, de preferência, próximas ao local de transporte vertical ou de uso.	
Observações:	
Responsável:	Data:

Anexo 2 – Nº de blocos dos lotes e das amostras

Lotes	Amostras	
	Primeira	Segunda
1000 a 3000	13	13

Anexo 3 – Tolerâncias de Fabricação

Dimensão	Tolerância (mm)
Largura (L)	± 3
Altura (H)	± 3
Comprimento (C)	± 3

Anexo 4 – Dimensões nominais de blocos de vedação e estruturais, comuns e especiais

Dimensões Comerciais (L x H x C) (cm)	Dimensões Nominais (mm)		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
10 x 20 x 20	90	190	190
10 x 20 x 25	90	190	240
10 x 20 x 30	90	190	290
10 x 20 x 40	90	190	390
12,5 x 20 x 20	115	190	190
12,5 x 20 x 25	115	190	240
12,5 x 20 x 30	115	190	290
12,5 x 20 x 40	115	190	390
15 x 20 x 20	140	190	190
15 x 20 x 25	140	190	240
15 x 20 x 30	140	190	290
15 x 20 x 40	140	190	390
20 x 20 x 20	190	190	190
20 x 20 x 25	190	190	240
20 x 20 x 30	190	190	290
20 x 20 x 40	190	190	390
Medidas Especiais (L x H x C) (cm)	Dimensões Nominais (mm)		
	Largura (L)	Altura (H)	Comprimento (C)
10 x 10 x 20	90	90	190
10 x 15 x 20	90	140	190
10 x 15 x 25	90	140	240
12,5 x 15 x 25	115	140	240

Anexo 5 – Resistência à Compressão

Classe	Resistência à Compressão na Área Bruta (MPa)
10	1,0
15	1,5
25	2,5
45	4,5
60	6,0
70	7,0
100	10,0

Anexo 6– Relação das Construtoras

- 01 - Nome da Empresa: **Construtora Barbosa Moura Ltda.**
Endereço: Av. Marcelino Martins Cabral, 1788
88705 000 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-5200
Fax: (048) 626-5201
Nome do Responsável: **João Gilberto Barbosa Moura**
CNPJ: 75.895.441/0001-06
E. Mail:
- 02 - Nome da Empresa: **Construtora J. Corbetta Ltda.**
Endereço: Rua Anita Garibaldi, 18
88701 270 Tubarão-SC
Fone: (048) 622-0281
Nome do Responsável: **Aníbal Torres Costa Neto**
CNPJ: 79.858.510/0001-54
E. Mail:
- 03 - Nome da Empresa: **Cosema Constr. Serv. e Matrs. Ltda.**
Endereço: Av. Patrício Lima, 403
88704 410 Tubarão-SC
Fone: (048) 622-1244
Nome do Responsável: **Eraldo da Silva Corrêa**
CNPJ: 86.440.146/0001-73
E. Mail: scorrea@unisulrct-sc.br
- 04 - Nome da Empresa: **Elo Construção Civil Ltda.**
Endereço: Av. Exp. José Pedro Coelho, 507
88704 200 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-4488
Fax: (048) 626-4488
Nome do Responsável: **Paulo Roberto Hahn**
CNPJ: 77.857.886/0001-19
E. Mail: elo@tro.matrix.com.br

- 05 - Nome da Empresa: **Fretta Construções Ltda.**
Endereço: Av. Marcelino Martins Cabral, 849 1º andar
Centro
88708 001 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-4165
Fax: (048) 626-4165
Nome do Responsável: **Idalino Fretta Neto**
CNPJ: 81.343.774/0001-17
E. Mail: frettaconstrucoes@tro.matrix.com.br
- 06 - Nome da Empresa: **Cecrisa Revest. Cerâmicos S/A Unidade II**
Endereço: Rua São João, 2100
São João
88708 001 Tubarão-SC
Fone: (048) 628-0033
Fax: (048) 628-0033
Nome do Responsável: **Evandro Formel de Campos**
CNPJ: 83.647.289/0031-88
E. Mail: ui2@cecrisa.com.br
- 07 - Nome da Empresa: **Modulo Construções Civis Ltda.**
Endereço: A v. Patrício Lima, 403
Humaitá
88704 410 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-4994
Nome do Responsável: **Luiz Gonzaga Niehues**
CNPJ: 76.364.256/0001-40
E. Mail:
- 08 - Nome da Empresa: **Plaçon Planejamento e Construções Ltda.**
Endereço: Rua Rodovalho, 451
Centro
88705 000 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-4808
Fax: (048) 626-4808 / 9986-6445
Nome do Responsável: **Jairo Cesar Souza**
CNPJ: 83.250.894/0001-03
E. Mail: liliane@tro.matrix.com.br

- 09 - Nome da Empresa: **NHN Construções Ltda.**
Endereço: Rua Esteves Júnior, 43
Centro
88701 130 Tubarão-SC
Fone: (048) 626-1448
Fax: (048) 626-1448
Nome do Responsável: **Higino Bittencourt**
CNPJ: 80.691.603/0001-16
E. Mail: nhnconstrucoes@zipmailcom.br
- 10 - Nome da Empresa: **Empreiteira de Mão-de-obra RG Ltda – Piucconstruções**
Endereço: Rua Conselheiro Mafra, 216 Apto. 401
Centro
88701 410 Tubarão-SC
Fone: (048) 622-4088/622-1763(Reses)
Fax: (048) 622-4088
Nome do Responsável: **Nardilei A Martins Piucco**
CNPJ: 80.090.897/0001-20
E. Mail: mariagp@unisul.rct-sc.com.br
- 11 - Nome da Empresa: **Calculus Engenharia de Estrutura Ltda.**
Endereço: Rua Dr. Otto Feuerschuette, 207
Vila Moema
88705 020 Tubarão-SC
Fone: (048) 622-4868
Fax: (048) 622-4868
Nome do Responsável: **Luiz Inácio Plentez**
CNPJ: 76.583.038/0001-04
E. Mail: calculus@tro.matrix.com.br

Anexo 7 - Relação das Cerâmicas

RELAÇÃO ASSOCIADOS

01 - Nome da Empresa: Ademar Ataíde Pereira

Endereço: Estrada Geral Morro Grande
88717 000 Sangão-SC
Fone: (048) 624-0314

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Ademar Ataíde Pereira
Produto: Tijolos

02 - Nome da Empresa: Arilton S. Pereira

Endereço: Estrada Geral Morro Grande
88717 000 Sangão-SC
Fone: (048) 624-0281

Data de fundação: 09-02-82
Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Arilton S. Pereira
Produto: Tijolos

03 - Nome da Empresa: Cerâmica Cedisa Ltda.

Endereço: Rod. BR 101 KM 327
88709 000 Capivari de Baixo-SC
Fone: (048) 623-1300 Fax : (048) 623-1085

Data de fundação: 30-04-81
Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Nelson Saviato
Produto: Telhas

04 - Nome da Empresa: A.J.J. Pereira

Endereço: Estrada Geral do Campo Bom
88717 000 Sangão-SC
Fone: (048) 624-0314 (recado)

Data de fundação: 16-06-87
Nome do Diretor e/ ou responsável: Antônio Pereira
Produto: Tijolos

05 - Nome da Empresa: Cerâmica Cidade Azul Ltda.

Endereço: Rua Candido Darella (Próximo ao Seminário)
88704 180 Tubarão-SC
Fone: (048) 628-0488

Data de fundação: 01-04-86
Nome do Diretor e/ ou responsável: Flávio Cachoeira
Produto: Tijolos

06 - Nome da Empresa: Cerâmica Braçonortense Ltda.

Endereço: Rod. SC 428 KM 31 Rio Bonito
 88750 000 Braço do Norte-SC
 Fone: (048) 658-2319

Data de fundação: 01-04-80

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Benisio Stang (Beno)

Produto: Tijolos e Lajotas

07 - Nome da Empresa: Cerâmica Lessa Ltda.

Endereço: Rod. BR 101 KM 362
 88717 000 Sangão-SC
 Fone: (048) 624-0171

Data de fundação: 07-08-79

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Juracy Stupp Lessa

Produto: Tijolos e Telhas

08 - Nome da Empresa: Cerâmica Grão Pará Ltda.

Endereço: Rua Presidente Vargas, 249
 88890 000 Grão Pará-SC
 Fone: (048) 652-1132

Data de fundação: 01-10-86

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Oberdan Nazareno Squizato

Produto: Tijolos e Telhas

09 - Nome da Empresa: Cerâmica Ouro Preto Ltda.

Endereço: Rod. BR 101 KM 362 Morro Grande
 88717 000 Sangão-SC
 Fone: (048) 624-0190

Data de fundação: 16-04-92

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: José Hercílio Pereira

Produto: Telhas

10 - Nome da Empresa: Hercílio C. Rosa

Endereço: Rua Pedro Bittencourt, 1065
 88750 000 Braço do Norte-SC
 Fone: (048) 658-0274

Data de fundação :

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Hercílio C. da Rosa

Produto: Tijolos

11 - Nome da Empresa: CECRISA-Cerâmica Criciúma S/A Unidade II

Endereço: Rua São João, 2100
 São João
 88708 000 Tubarão-SC
 Fone: (048) 628-0033 Fax: (048) 628-0033

Data de fundação: 22-12-69

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Líbio Liberato Dacoregio

Produto: Azulejos

12 - Nome da Empresa: José Geronimo da Silva

Endereço: Rod. SC 438 KM 2

88750 000 Braço do Norte-SC

Fone: (048) 658-2206

Data de fundação: 19-03-69

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: José Geronimo da Silva

Produto: Tijolos e Telhas

13 - Nome da Empresa: Lídio Dez

Endereço: Engº Annes Gualberto, s/nº

88735 000 Gravatal-SC

Fone: (048) 642-2116

Data de fundação: 17-02-66

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Lídio Bez

Produto: Tijolos

14 - Nome da Empresa: Luiz José da Silva

Endereço: Estrada Geral Morro Grande

88717 000 Sangão-SC

Fone:

Data de fundação: 30-05-77

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Luiz José da Silva

Produto: Tijolos e Telhas

15 - Nome da Empresa: Maria Joana Prá

Endereço: Governador Irineu Bornhausen, s/nº

88750 000 Braço do Norte-SC

Fone: (048) 658-2101658-2679

Data de fundação: 31-05-84

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Olímpio Prá

Produto: Tijolos

16 - Nome da Empresa: Cerâmica Hamilton Dalago

Endereço: BR 101 KM 359 Sanganzinho

88717 000 Sangão-SC

Fone: (048) 624-0058

Data de fundação: 02-01-93

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Hamilton Dalago

Produto: Telhas

17 - Nome da Empresa: ITAGRES Revestimentos Cerâmicos Ltda.

Endereço: Rod. BR 101 KM 341 São Cristovão

88701 970 Tubarão-SC

Fone: (048) 626-0444 Fax: (048) 626-0016

Data de fundação: 12-08-75

Nome do Diretor e/ ou responsável legal: John Victor Mueller

Produto: Pisos

18 - Nome da Empresa: Cerâmica Pozza Ltda.

Endereço: Rua São João, 2438
 São João
 88708 001 Tubarão-SC
 Fone: (048) 628-0719 Fax:: (048) 628-0753
 Data de fundação: 20.11.46
 Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Luiz Clovis Pozza
 Produto: Telhas

19 - Nome da Empresa: REVELUX Revestimentos de Luxo Ltda.

Endereço: Rod. BR 101 KM 326
 88709 800 Capivari de Baixo-SC
 Fone: (048) 623-1754 Fax:: 623-1286
 Data de fundação: 20-03-79
 Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Michel Miguel
 Produto: Lajotas

20 - Nome da Empresa: Valério Stang

Endereço: Estrada Geral Rio Bonito
 88750 000 Braço do Norte-SC
 Fone: (048) 658-2284
 Data de fundação: 01-02-68
 Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Valério Stang
 Produto: Tijolos e Telhas

21 - Nome da Empresa: Cerâmica Itapuã Ltda.

Endereço: Rua Nereu Ramos, s/nº
 88708 001 Capivari de Baixo-SC
 Fone: (048) 626-7040 Fax:: 626-7040
 Data de fundação: 13-05-74
 Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Roberto Nunes Ghizoni
 Produto: Telhas

22 - Nome da Empresa: NATUGRES Revestimentos Cerâmicos Ltda.

Endereço: Estrada Geral da Guarda Bairro KM 63 (Marg. Direita)
 Caixa Postal: 286
 88701 970 Tubarão-SC
 Fone: (048) 622-4700 Fax:: (048) 622-4390
 Data de fundação: 01-05-91
 Nome do Diretor e/ ou responsável legal: Aldo José Aguiar
 Produto: Ladrilhos

Anexo 8 - Absorção de Água

Absorção de Água – Amostra 01

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M _S (g)	Massa Saturada M _H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	4389,2	5212,0	18,75
02	4192,5	4930,0	17,59
03	4326,9	5088,0	17,59
04	4225,9	4943,0	16,97
05	4266,8	5058,0	18,54
06	4280,8	5068,0	18,39
07	3896,0	4583,0	17,63
08	4412,2	5198,0	17,81
09	4060,7	4783,0	17,79
10	4139,7	4882,0	17,93
11	4169,9	4836,0	15,97
12	4185,4	4918,0	17,50
13	4229,4	4979,0	17,72
Média	4213,49	4959,85	17,71
Desvio Padrão	136,54	172,25	0,70
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M _S (g)	Massa Saturada M _H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	3978,9	4679,0	17,60
02	4269,1	5005,0	17,24
03	4309,1	5093,0	18,19
04	3999,5	4717,0	17,94
05	4297,4	5076,0	18,12
06	4299,8	4924,0	14,52
07	4270,0	5010,0	17,33
08	4312,7	5008,0	16,12
09	4240,2	4993,0	17,75
10	4123,7	4802,0	16,45
11	4219,2	4944,0	17,18
12	4206,7	4985,0	18,50
13	4313,0	5035,0	16,74
Média	4218,41	4943,92	17,21
Desvio Padrão	115,12	131,17	1,07

Absorção de Água – Amostra 02

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M _S (g)	Massa Saturada M _H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	2930,6	3295,2	12,44
02	2923,5	3389,4	15,94
03	2841,2	3289,2	15,77
04	2906,2	3375,6	16,15
05	2889,6	3430,4	18,71
06	2857,0	3397,3	18,91
07	2930,3	3356,2	14,53
08	2907,6	3460,3	19,01
09	2737,7	3254,4	18,87
10	2885,4	3370,8	16,82
11	2881,2	3337,2	15,83
12	2877,4	3484,2	21,09
13	2852,2	3234,8	13,41
Média	2878,45	3359,61	16,73
Desvio Padrão	51,30	76,17	2,49
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M _S (g)	Massa Saturada M _H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	2872,8	3366,3	17,18
02	2883,6	3354,5	16,33
03	2890,5	3394,8	17,45
04	2905,3	3453,1	18,85
05	2904,6	3286,8	13,16
06	2997,1	3564,4	18,93
07	2864,4	3359,2	17,27
08	2881,7	3316,8	15,10
09	2843,3	3298,9	16,02
10	2955,3	3504,6	18,59
11	2916,1	3482,8	19,43
12	2918,2	3440,6	17,90
13	2878,5	3307,6	14,91
Média	2900,88	3394,65	17,01
Desvio Padrão	40,31	87,71	1,84

Absorção de Água – Amostra 03

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M_s (g)	Massa Saturada M_H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	1281,3	1497,6	16,88
02	1268,6	1491,6	17,58
03	1263,6	1499,9	18,70
04	1422,9	1638,9	15,18
05	1308,1	1551,8	18,63
06	1313,0	1569,2	19,51
07	1244,9	1478,6	18,77
08	1236,4	1465,1	18,50
09	1252,6	1468,4	17,23
10	1284,9	1525,6	18,73
11	1260,7	1492,5	18,39
12	1306,9	1545,4	18,25
13	1297,5	1538,3	18,56
Média	1287,8	1520,22	18,07
Desvio Padrão	47,63	48,68	1,12
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Massa Seca M_s (g)	Massa Saturada M_H (g)	Absorção de Água AA (%)
01	1225,3	1460,9	19,23
02	1301,5	1535,1	17,95
03	1270,5	1505,0	18,46
04	1251,9	1482,3	18,40
05	1243,0	1451,9	16,81
06	1261,1	1474,8	16,94
07	1280,2	1520,5	18,77
08	1278,2	1516,8	18,67
09	1267,1	1506,0	18,85
10	1264,5	1490,8	17,90
11	1288,2	1481,9	15,04
12	1263,5	1506,5	19,23
13	1243,7	1468,9	18,11
Média	1264,51	1492,41	18,03
Desvio Padrão	20,43	24,93	1,17

Anexo 9 – Resistência à Compressão

Resistência à Compressão – Amostra 01

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	298,8	1225	0,41
02	300,0	490	0,16
03	297,5	982	0,33
04	299,9	490	0,16
05	299,0	1715	0,57
06	299,0	1225	0,41
07	299,7	2000	0,67
08	298,9	735	0,25
09	298,8	2000	0,67
10	299,3	1470	0,49
11	300,0	490	0,16
12	299,2	1715	0,57
13	299,1	980	0,33
Média	299,17	1193,61	0,40
Desvio Padrão	0,67	555,92	0,19
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	298,8	1225	0,41
02	299,7	1470	0,49
03	299,4	1715	0,57
04	299	980	0,33
05	299,5	1470	0,49
06	299,5	2000	0,67
07	298,7	588	0,20
08	300,0	735	0,25
09	299,0	1225	0,41
10	300,0	490	0,16
11	298,8	1470	0,49
12	300,1	1715	0,57
13	300,0	735	0,25
Média	299,42	1216,77	0,41
Desvio Padrão	0,52	478,39	0,16

Resistência à Compressão – Amostra 02

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	288,0	1225	0,43
02	287,8	980	0,34
03	287,0	980	0,34
04	288,2	1225	0,43
05	288,0	980	0,34
06	287,2	980	0,34
07	288,2	1715	0,60
08	287,4	735	0,26
09	287,6	980	0,34
10	287,0	1470	0,51
11	286,9	1715	0,60
12	286,8	1225	0,43
13	288,1	1470	0,51
Média	287,55	1206,15	0,42
Desvio Padrão	0,53	307,66	0,11
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	288,0	1715	0,60
02	286,9	980	0,34
03	287,3	1715	0,60
04	287,5	490	0,17
05	288,0	490	0,17
06	287,9	735	0,26
07	287,9	1470	0,51
08	287,8	1225	0,43
09	287,5	1225	0,43
10	287,6	735	0,26
11	288,0	735	0,26
12	288,1	1470	0,51
13	288,0	1470	0,51
Média	287,73	1111,92	0,39
Desvio Padrão	0,35	442,98	0,15

Resistência à Compressão – Amostra 03

Primeira Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	144,0	392	0,27
02	143,0	392	0,27
03	143,2	490	0,34
04	144,0	490	0,34
05	144,1	490	0,34
06	143,9	735	0,51
07	143,8	490	0,34
08	143,6	392	0,27
09	144,1	490	0,34
10	144,0	490	0,34
11	142,9	245	0,17
12	143,0	980	0,68
13	142,8	392	0,27
Média	143,57	497,54	0,34
Desvio Padrão	0,51	182,08	0,13
Segunda Amostra			
Nº Corpo Prova	Área Bruta (cm ²)	Carga (Kgf)	Tensão de Ruptura (MPa)
01	143,7	490	0,34
02	143,9	392	0,27
03	144,0	490	0,34
04	143,7	392	0,27
05	142,9	245	0,17
06	143,0	245	0,17
07	144,0	490	0,34
08	142,8	245	0,17
09	143,9	490	0,34
10	144,0	490	0,34
11	143,8	392	0,27
12	144,0	490	0,34
13	143,6	490	0,34
Média	143,64	410,85	0,28
Desvio Padrão	0,44	103,05	0,07

**Anexo 10 – Número de aceitação e rejeição na inspeção por ensaio de desvio,
planeza das faces e medição direta**

Lotes	Amostra		Unidades defeituosas			
			Primeira amostra		Primeira + segunda amostra	
	Primeira	Segunda	Número de aceitação	Número de rejeição	Número de aceitação	Número de rejeição
1000 a 3000	13	13	2	5	6	7